Phys. g. 510d

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

R

Wissenschaft
der
materiellen Natur
oder
Dynamik der Materie.

Von

Dr. Joseph Weber,

Kön. Baier. geistlichen Rath und Professor der Physik
in Dilingen.

Mit zwei Kupfertafeln.

München, bei J. J. Lentner.
Leipzig, bei Hartmann.
1821.

Interpres naturae
Philosophia est.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede.

Wenn sich irgendwo das **Bedürfniſs** regt zu **philosophiren über die Natur**: so geschieht dieses im Erforschen der „materiellen Natur." Die materielle Natur (die Materie) ist überall vorhanden, und uns so nahe wie nichts anderes. Ja, den meisten Physikern ist die Materie das einzige Reale in der Natur.

Aber dieses Nahe und Beliebte „**die Materie**" ist immer noch nicht genug bearbeitet, und sonach auch nicht hinlänglich erkannt.

Gewöhnlich betrachtet man „die Materie“ als ein träges Sein, das sich durch Stoſs, Druck, Hebel und andere äuſsere Einflüsse bewegen läſst, und führt sie dann, als „etwas Gegebenes“ schnell der Mechanik zu, um, wie es scheint, für „die Physik der Materie“ mit der „Mathese der Materie“ Ersatz zu leisten.

Allein die Materie ist nicht bloſs träges, todtes Sein. Dieselbe kann auch durch unsichtbare Einwirkung belebt werden; denn unter gehörigen Verhältnissen erwachen in der Materie immanente Kräfte, und treten in Gegensätzen hervor, die sich einander suchend, in eine Indifferenz (dynamische Synthese) streben, und dadurch die Erscheinungen

der Cohärenz,

der Adhäsion

und der Gravitation

in der Materienwelt hervorbringen.

Aber auch die erstrebten Indifferenzen können wieder durch unsichtbaren Einfluſs (Erre-

gung) in zwei dynamische Differenzen geschieden, dadurch das Materienleben erweckt, in allen drei Raumformen sichtbar gemacht, und in den Phänomenen

des Magnetismus,

der Elektricität

und des chemischen Processes

dargestellt werden. Es sind daher die magnetischen, elektrischen und chemischen Erscheinungen Hauptgegenstände „der Wissenschaft von der materiellen Natur."

Ein Naturforscher hat demnach von der Materie handelnd, nachzuweisen: wie er zum Possefs der Materie gelange; wie sie handgreiflich und mefsbar werde; in wie fern sich aus ihr eine Lebensthätigkeit entwickle; nach welchen Gesetzen sie wirke" u. s. w. Allein solche Nachweisungen fordern Einsicht in das Innere des materiellen Seins, in das Ansich, in das Wesen der Materie. Aber in diese Tiefen dringt nur das höchst

menschliche Erkenntnifsvermögen, die Vernunft, mithin nur die Philosophie, welche das Organ der Vernunft ist.

Aber schon defswegen ist es höchst befremdend, dafs in unsern Tagen die Naturforscher ziemlich allgemein bemüht sind, die Philosophie von der Physik abzuwehren, und im Verein mit denen, die sich Philosophen nennen, sich sogar erlauben, sie, die Naturphilosophie, zu verhöhnen und auf die schnödeste Weise zu verunglimpfen. Bei solchen Angriffen kann aber die Philosophie der Natur wohl nichts würdigeres thun, als der Ungebühr das entgegensetzen, was „der Weiseste auf Erden" einem Faustschlage erwiederte:

„Habe ich unrecht gesprochen, so be-
„weise, dafs es unrecht ist; habe ich aber
„recht geredet, warum mich mifshandeln?"

Gewifs, würden die Physiker und die sogenannten Philosophen, welche „das Philosophiren über die Natur" für unthunlich halten, mit

Ruhe und Ernst, mit Besonnenheit und Einsicht den Irrthum, in dem dasselbe befangen sein soll, aufdecken: so würden sie der Wissenschaft dienen, und das Wahre fördern. Aber da hört man nur über die Naturphilosophie keck und dreust absprechen, veraltete Uebertreibungen, die erst der Naturphilosophie ganz fremd sind, immer wieder auffrischen, mit fromm scheinenden Declamationen die Unmündigen von ihr zurückschrecken u. d. gl. — Aber das erweckt nur Verdacht: die Reaction gegen das Philosophiren über die Natur gehe nicht aus der Wahrheitsliebe, sondern aus einer andern, unlautern Quelle hervor, und ziele nur dahin: entweder von sich die Mühe philosophischer Forschungen abzulehnen, oder sich im ruhigen Besitze des Gewohnten fest zu halten, oder ein baufälliges System vor Einsturz zu verwahren, u. d. gl. Heifst aber das nicht der Wahrheit widerstreben, oder ihren Sieg verkümmern, zum Nachtheile der Wissenschaft und der höhern Menschenbildung?

Allein Umtriebe dieser Art gereichen wahrhaftig nicht zum Ruhme unsers Zeitalters, das man vor Kurzem „das philosophische" nannte, und stellen keine glänzende Parthien in unserer Culturgeschichte auf. Ich gehe daher, dieselben nicht achtend, auf meinem betretenen Wege wissenschaftlicher Naturforschung muthig fort, „einer zukünftigen Anerkennung" vertrauend.

Die sichtbare Natur liegt nun einmal als ein aufgeschlagenes Buch vor unsern Augen da, mit unendlich vielen und unendlich mannigfaltigen Charakteren überschrieben. Immer mag man diese Charaktere allseitig beobachten, sorgfältigst vergleichen, und ihr Verhältnifs zu einander studiren; man mag sie auch mit Kunst ausmessen, und ihre Ecken, Einbeugungen und Krümmungen scharfsinnig berechnen. Dergleichen Arbeiten sind schätzbar, haben aber dennoch nur halben Werth. Denn wer verlangte nicht die Charaktere auch zu verstehen, und ihren Sinn aufgeschlossen zu haben! — Es

giebt aber für solche Chiffren keinen andern Schlüssel, als den uns bietet die Philosophie. — Dieser Schlüssel ist „das unendliche All-Sein, welches sich in unendliche Besonderheiten verendlicht.“ Dieses erkennend, verstehen wir die Zeichen im grofsen Naturbuche; denn wir ersehen nun in jedem Dinge das All-Sein durch sich selbst verendlicht; erblicken also im All-Sein den unbedingten Entstehungsgrund alles Seins und Lebens (die allwaltende Schöpferskraft, das allwirksame Sein), und haben dann in ihm das absolute Naturprincip, worauf fest steht und sicher ruht „die Physik als Wissenschaft,“ und die dann bedeutsam ist „Dynamik der Natur.“

„Die Dynamik der Natur“ lüpft demnach den Schleier der Physik, und läfst ihr Wesen schauen, und Blicke thun in die ewigen Gesetze, nach welchen sie ist und lebt. Da zeigt sich dann auch die Natur

in einer hohen Bedeutung, ihrer Abkunft würdig. Jedes Sein, jede Erscheinung, jedes Ergebniſs in ihr ist Offenbarung des unendlichen All-Seins, der schaffenden Allkraft, und verkündet laut und hehr Gottes Macht, Gröſse und Herrlichkeit. — Das gegenwärtige Buch soll dieses nur bestätigen!

Der vielmal gehörte Vorwurf, daſs sich das Philosophiren über die Natur in leeren Formen bewege, und in Excentricitäten ausschweife, trifft daher „die Dynamik" durchaus nicht; denn als „Dolmetscherin (Interpretation) der Naturerscheinungen" hält sie sich nothwendig an die Erfahrung, und als „Wissenschaft" bringt sie, wie die That erweiset, ihre Speculation im Experiment zur empirischen Anschauung, und steht somit wohl verwahrt da gegen Alles, was leer, excentrisch oder paradox heiſsen könnte.

Uebrigens bin ich mir wohl bewuſst: die Natur sei eine Unendlichkeit, und „als

solche“ gleichwie unerschöpflich, so auch unausforschbar. Auch kenne ich die Schranken des menschlichen Wissens zu gut, als daſs ich mir anmaſsen sollte, „die Wissenschaft der materiellen Natur“ vollendet gegeben zu haben. „Natura infinita est, sed qui (in rebus) symbola animaduerterit, omnia intelliget licet non omnino.“

Dilingen am 20. April 1821.

Inhalt.

	Seite
Einleitung in die Wissenschaft der materiellen Natur	1 — 12
Begriff und Wesen der Materie samt den allgemeinen Lehren von der Materie . .	12 — 25
Allgemeine Phänomene der materiellen Natur:	
Cohäsion	25 — 52
Adhäsion	52 — 82
Gravitation	82 — 102
Leben der materiellen Natur (dreifaches):	
Vom Magnetismus und Erscheinungen desselben	102 — 161
Von der Elektricität und ihren Erscheinungen	161 — 266
Verwandtschaft der Elektricität und des Magnetismus	266 — 280
Vom chemischen Procefs (physische Chemie):	
Einleitung in die Chemie	280 — 285
Chemische Auflösung	285 — 302
Chemische Zersetzung	302 — 332
Chemische Mengung	332 — 342
Chemische Mischung	342 — 348
Die Gährung	348 — 366
Von den chemischen Elementen	366 — 371

Einleitung.

1.

Die Wissenschaft der Natur, die Physik, ist die Wissenschaft vom gesamten Sein.

*) Das Wirkliche im Gegensatze mit dem Denkenden und frei Wollenden (Intelligenten) nenne ich das Sein. (Physik als Wissenschaft oder allgemeine Dynamik der Natur. Landshut 1819. N. 2.)

2.

Wir sind von dem Sein, von der Natur, überall umgeben, und stehen dann vielseitig in Berührung mit ihr. Dieselbe macht sich uns wahrnehmbar durch Eindrücke auf unsere Sinne. Nach den Eindrücken (Affectionen), welche die Natur auf unsere Sinne macht, und wir ihrer bewuſst werden, denken wir sie, stellen sie unter Begriffe, und geben ihr Namen, das heiſst, wir macheu von der Natur eine Erfahrung. Sofern daher die Natur sinnlich wahrgenommen wird (erfahrbar ist), hat sie bloſs Realität in Beziehung auf unsere Sinne, auf unser Vorstellungs- und Begriffs-Vermögen, das ist: die erfahrbare Natur ist nur relativ wirklich. Die erfahrbare Natur wird dem-

nach bezeichnendst genennt „die Sinnen-Welt“ oder „das Erscheinungs-Universum“ (Allgem. Dyn. 5.).

3.

Die erfahrbare Natur kann aber nur Sinnenwelt (etwas Erfahrbares, sinnlich Wahrnehmbares) sein, wenn sie an und für sich Etwas ist; denn eine Sinnenwelt ist nur möglich unter der Bedingung, daſs Etwas, das an und für sich besteht, unsere Sinne berührt (afficirt); eine Erscheinung, ein Aeuſseres (Phänomenon), ist nothwendig bedingt durch ein Erscheinendes, durch ein Inneres (Noumenon).

4.

Die Natur ist demnach einerseits den leiblichen Sinnen aufgeschlossen, andererseits aber den leiblichen Sinnen verborgen. Ist nun Physik die Wissenschaft der Natur; so hat sie beide Seiten zu umfassen;

von dem, was den Sinnen vorliegt, soll sie genaue und richtige Erfahrung einholen,

und das, was den Sinnen entzogen ist, soll sie durch die Vernunft-Speculation erschauen.

*) Man kann daher die erfahrbare Natur als Symbol betrachten, und dann läſst sich die eben ausgesprochene Forderung auch so geben: „die Physik soll das Symbol nicht bloſs lesen, sondern

auch deuten!" oder sie soll nicht allein exoterisch, sondern auch essoterisch sein!

**) Was wir mit „Erfahrung" bezeichnen, ist dem Gesagten zufolge Erkenntnifs aus sinnlicher Vorstellung geschöpft. Dieselbe wird Beobachtung (obseruatio) genennt, wenn die Naturerkenntnifs nebst gesunden Sinnen auch besondere Aufmerksamkeit fordert. Geschieht es, dafs man die Natur erst in gewifse Umstände versetzen mufs, um sie wahrzunehmen, so heifst die Erfahrung ein Versuch (experimentum). Das Experiment bedarf allerlei Vorrichtungen, Instrumente, Maschinen, die dann gesammelt den physischen Apparat, ein phisikalisches Kabinet geben.

***) Die Geschichte lehrt, dafs auch die Naturforscher manchmal Erfahrung nennen, was keine ist, zumal wenn sie lebhaft für eine Sache eingenommen sind. Man kann daher beim Forschen in der erfahrbaren Natur nicht genug Nüchternheit, Unbefangenheit und Umsicht empfehlen. Betrifft das Befragliche etwas Aufserordentliches (Bewunderungswürdiges), so ist das Erste, dafs man die Beobachtungen in der Stimmung des Zweifelns anstelle, und die Möglichkeit einer Täuschung stets fest halte. Sind ja in unsern Tagen Männer von berühmten Namen in Hinsicht des Wunderbaren leichtgläubig geworden!

5.

Nach dem, was wir vorhin (4.) vorgetragen, haben die Naturdinge nicht nur Realität in Bezie-

hung auf uns und durch uns, sondern sie sind auch ohne alle Beziehung Etwas, Etwas ohne uns, unabhängig von uns, das heifst, sie sind Etwas an sich. Es ist daher die Natur nicht blofs in ihrer Relativität, sondern auch in ihrer Absolutheit zu betrachten. Die relative Natur beschäftigt die Erfahrung (Empirie); die absolute Natur ist Gegenstand der Vernunftanschauung (Speculation). Darum mufs die Naturforschung sowohl speculativ als empirisch sein; und da kann die Physik als Wissenschaft

weder rein speculativ
noch rein empirisch heifsen.

*) Die Unterscheidung der Physik in den empirischen und speculativen Theil darf daher nur sofern statt haban, als man Abhandlungen, in denen mehr die Empirie herrscht, zur „empirischen Physik," und Abhandlungen, in denen die Speculation hervortritt, zur „speculativen Physik" rechnet.

**) Zwar findet sich die Unterscheidung einer empirischen und speculativen Physik bei unsern gerühmtesten Naturforschern nicht, aber aus einem andern Grunde. Dieselben halten nichts für Natur, was sich nicht mit den Händen anfassen und greifen läfst, und da sind sie freilich aller Speculation in ihrer Physik enthoben. Daher finden wir die Teutschen so freigebig mit Lobpreisung der Ausländer, indem nach ihnen diese allein die rechte Methode handhaben, die Natur zu erforschen, nämlich ausschliefslich die Erfahrung. Volta, sagt man, hat die

„Galvanische Säule“ und Davy „die Sicherungslampe“ durch Erfahrung entdeckt. Hat jemals die Speculation dergleichen geleistet? — Diese Frage kann vernünftig nur mit einer andern erwiedert werden, mit der: „sind dann die Entdeckungen zum Erkennen und Verstehen der Natur minder wichtig, als die Entdeckungen einer Galvanischen Säule oder einer Sicherungslampe? Lebt denn der Mensch allein vom Brode, und sind bei den Gebildeten die geistigen Bedürfnisse weniger dringend, als die leiblichen?“ — — (Allgem. Dyn. 151. ***).

6.

Da wir die Physik „Wissenschaft im strengsten Sinne“ nennen, und die Benennung auch zu rechtfertigen vermögen (Allg. Dyn. 26. etc.): so muſs sich die Physik als Wissenschaft auf ein unbedingtes (absolutes) Princip stützen, durch welches alle Naturdinge Zusammenhang, Bedeutung und Einheit erhalten, und sonach sich in unserer Erkenntniſs zu einem organischen Ganzen runden. Ein solches Princip ist, wie gezeigt worden „das All-Sein sich in Zeit und Raum thätig äuſsernd, oder das unendliche Sein sich in unendlichen Endlichkeiten offenbarend.“ (Allg. Dyn. 30 etc.). Das absolute Naturprincip ist daher ein „urbewegendes Sein,“ das wir mit „dynamischer Kraft“ immanenter Bewegungskraft bezeichnen, und demnach die wissenschaftliche Physik mit dem rechten Namen „Dynamik der Natur“ benennen (Allg. Dyn. 24. etc.).

*) Das All-Sein sich in Zeit und Raum thätig äuſsernd, ist „religiös“ ausgedrückt „die schö-

pferische Allkraft," und sonach ist die Dynamik der Natur in ihrer schönsten Bedeutung „die Wissenschaft von der schöpferischen Allkraft, die sich überall offenbaret in der Natur." Haben daher grofse Männer schon die Betrachtung der Erscheinungsnatur als ein Beförderungsmittel religiöser Gefühle angesehen, um wie viel mehr müssen bei denen, die zum klaren Bewufstsein gelangen: „die ganze sichtbare Natur sei ganz eigentlich Offenbarung des göttlichen All-Seins" die religiösen Gefühle angesprochen, genährt, erhöht, befestigt werden! Gewifs, sehen wir uns von den unendlich vielen Naturdingen umgeben, gleichsam im Göttlichen eingetaucht, so mufs uns Ehrfurcht durchdringen, und Bewunderung der Allmacht, Weisheit und Güte Gottes lebhaftest erfüllen!

7.

Was wir in der Natur empfinden, oder durch die Sinne wahrnehmen, gehört blofs zur Erscheinung. Aber der forschende Geist erblickt in der Erscheinung das sich selbst offenbarende All-Sein, oder nach unserer Schulsprache ist dem Forscher Alles Erfahrbare Erscheinung der dynamischen Dreieinheit, die wir durch Synthese der expansiven und contractiven Thätigkeit (Einigung der fortschreitenden und der das Fortschreiten hemmenden Kraft) ausdrücken (Allg. Dyn. 38. etc.). Daraus geht dann klar hervor: alle Dinge in der Natur stehen zu ihrem absoluten Princip im Verhältnifs

wie Geschöpfe
zum Schöpfer.

Denn jedes Sein ist nur durch das All-Sein; hat Alles, was es hat, von Ihm; ist mit Ihm aufs engste verbunden, und von Ihm ganz und gar abhängig.

*) Unter den Alten haben Einige diese Wahrheit aufs deutlichste aufgefaſst, nur nicht zierlich durch ihr „Natura naturans und natura naturata" ausgesprochen. In die Tiefen der Gottheit blickend, sahen sie in Ihr nicht bloſs den absoluten Geist, sondern auch die absolute Natur, und erkannten das Hervorgehen des endlichen Seins aus dem unendlichen Sein, also das rechte Verhältniſs der Natur zu Gott, dem Schöpfer.

8.

In der Natur sind der Dinge unendlich Viele und Mannigfaltige, und werden für uns durch Merkmale erkenn- und unterscheidbar. Sind die Dinge, wie wir zeigten (7.) an sich die Erscheinung der dynamischen Dreieinheit: so giebt das Vorherrschen einer Kraft über die andere Merkmale und Unterschiede, sonach Erkenn- und Unterscheidbarkeit der Dinge. Ueberdieſs ist das Vorherrschen der expansiven Thätigkeit über die contractive, oder dieser über jene, eine Gröſse, die ins Unendliche wachsen oder abnehmen kann, und so erhellet die Möglichkeit einer unendlichen Abstufung des Herrschens einer Kraft über die andere, somit auch die Möglichkeit einer unendlichen Verschiedenheit der Dinge in der Natur. Gleichwie also die Naturdinge überhaupt Erscheinungen der dynamischen Dreieinheit sind, so sind die beson-

dern Dinge die Erscheinung der dynamischen Dreieinheit von bestimmtem Verhältnifs.

*) Wir wissen also, was die Naturdinge an sich ihrem allgemeinen Wesen nach sind. Die weitere Erörterung: wie das Kräfteverhältnifs sein müsse, dafs z. B. eine Rose, eine Lilie etc. oder Gold, Silber etc. entstehe? liegt aufserhalb der Gränze unsers Wissens (Allgem. Dyn. 41.) Die besondern Wesen der Dinge sind der Speculation verschlossen. Das Wissen der Naturdinge ihrem allgemeinen Wesen nach genüget aber auch dem Menschen, denn dadurch ist uns die Bedeutung der Naturdinge offenbar; wir sehen den Zusammenhang der Geschöpfe mit dem Schöpfer, und besitzen ein unbedingtes Princip, das unsere Naturkenntnisse in Einheit knüpft und sichert. Der Physiker soll sich daher nur nicht zu viel anmassen, und, die Gränzen des menschlichen Wissens immer im Auge haltend, sich nicht in Versuchung führen lassen, Alles erklären zu wollen. Der Physiker thut allen Anforderungen genug, wenn er die gesamte Natur in einem unbedingten Princip erschaut, die Dinge ihrem allgemeinen Wesen nach erkennt, und alle Naturerscheinungen auf die allgemeinen Naturgesetze zurückzuführen versteht. — Auch verdient erwogen zu werden, dafs uns an der Gränze des Wissens die Empirie zu Hülfe kommt, indem die Dinge ihr besonderes Wesen in der Erscheinung durch constante Merkmale selbst manifesti-

ren, dadurch ihren Brauch für das gemeine Leben zeigen, und die nothwendige Verbindung der Erfahrung mit der Speculation nur recht klar an den Tag legen (Allg. Dyn. 41. 151. **). Zwar sind die constanten Merkmale, welche die Naturdinge kund machen, nur aus unmittelbarer Erfahrung zu erholen, und diese fehlet oft! — Alsdann bedient sich der Naturforscher, oft glücklich, der Induction und Analogie.

**) Sieht sich aber der Naturforscher von allem dem und von seiner Wissenschaft verlassen, so wendet er sich zu Vermuthungen (Hypothesen), die aber als subjective Meinungen das Objective der Natur ans Licht zu ziehen nicht vermögen; sie haben daher in der Wissenschaft keinen Werth. Dieselben sind blofs Versuche, in Ermangelung alles Wissens die dunkeln Naturerscheinungen mit dem Lichte der Wahrscheinlichkeit zu erhellen. Wer den Hypothesen mehr beilegt, der irrt sich, denn die Berufung: dafs Kepler, Newton und andere grofse Männer durch Hypothesen fruchtbare Wahrheiten entdeckt haben, pafst nicht. Aus einer subjectiven Ansicht kann sich einmal keine objective (allgemein gültige) Wahrheit entwickeln. Die gemachten Entdeckungen berühmter Männer konnten daher aus keiner Hypothese ihren Ursprung haben. Dieselben waren Ahnungen genialischer Geister, und eigentliche Anschauungen des Wahren, ohne dafs sie ihrer deutlich

bewuſst waren. Es giebt ja ein unbewuſstes Wissen! —

***) Zur Zäumung der Hypothesen gab ich der Regel Newtons folgende Bestimmung. „Nur jener Grund ist als wahrer Grund der Naturerscheinungen anzunehmen, welcher ist reell (als eine Wirklichkeit in der Natur nachzuweisen) und zureichend die Erscheinungen zu erklären.“ (M. Abh. vom Wesen der Electricität etc. Sulzbach 1819.).

9.

Die gesamte Natur, womit sich die Physik beschäftigt, ist dem Naturprincip (6.) zufolge unter drei Categorien zu stellen, und abzutheilen

in die materielle,
in die immaterielle,
und in die organische Natur.

Die Erfahrung zeigt auch keine andere Naturdinge als solche, die sich erweisen als Materie (lebloses Sein) oder als Nichtmaterie, Licht (belebendes Sein) oder als Einheit vom leblosen und belebenden Sein (Lebendiges).

*) Das Wort „organisch“ stammt von „Organ,“ das ein Gebilde bezeichnet, das in einem Dinge eine bestimmte Function hat. So sind im Menschen Auge, Ohr etc. Organe. Organe findet man nur in den Pflanzen, Thieren und Menschen, also in „lebendigen Dingen.“ Naturdinge, welche Mineralien (Irden) genennt werden, haben keine Organe; dieselben heiſsen daher „unorganisch.“ Da sich nur in jenen

Dingen Sein und Leben vereinen, welche Organe haben, so braucht man zur Bezeichnung der Gesamtheit derselben den Ausdruck „organische Natur.“ Organische Natur ist daher in wissenschaftlicher Hinsicht kein Gegensatz, sondern die Einheit von Gegensätzen. (Allg. Dyn. 105.).

10.

Ich habe bereits in der allgemeinen Dynamik, die Natur nach den drei Categorien aufgefaſst, und die Forschung auf dieselbe in dieser dreifachen Hinsicht ausgedehnt, das absolute Naturprincip in der Dreiheit dynamischer Kräfte nachgewiesen, ihre allgemeinen Gesetze entwickelt, und sofern „die allgemeine Dynamik der Natur“ vorgetragen. Nun sind auch die besondern Erscheinungen der materiellen, immateriellen und organischen Natur aus dem allgemeinen Naturprincip abzuleiten, und nach den dynamischen Gesetzen zu deuten. Dieses geschieht in der besondern Dynamik der Natur.

„Die besondere Dynamik der Natur“ besteht demnach aus drei Theilen, die da heiſsen:

I. *Dynamik der materiellen Natur.*

II. *Dynamik der immateriellen Natur.*

III. *Dynamik der organischen Natur.*

Dynamik

der materiellen Natur.

11.

Die materielle Natur, die Materie, lernen wir vornehmlich durch den Tact erkennen; denn ihr wesentlicher Charakter ist: daſs sie andere Dinge ihrer Art von ihrem Raume ausschlieſst, oder sich „undurchdringlich" erweiset. Die Materie ist das raumerfüllende Sein, das sonach der Betastung positiven Widerstand leistet (Allgem. Dyn. 45.).

*) Die Materie macht auch darin mit der Nichtmaterie (mit dem Lichte) einen Gegensatz, daſs diese im Raume existirt, ohne ihn zu erfüllen, ohne die Materie von ihrem Raume auszuschlieſsen, oder dem Getaste zu widerstehen. Das Licht nimmt jede Materie in seinen Raum auf.

12.

Der Widerstand, den eine Materie einer andern thut, wenn sie in jene einzudringen strebt, ist offenbar eine Thätigkeitsäuſserung, eine Wirkung dynamischer Kräfte, die sich in der Erscheinung wahrnehmbar machen (7.). Es sind aber der dynamischen Kräfte, die sich zur Synthese verbinden, zweierlei, die expensive und die contractive. Da ist dann die Frage: mit welchen Kräften wider-

stehen die Materien einander, daſs sie nie in dem nämlichen Raume sein können? — Sehen wir auf das, was bei Berührung der Materie, oder sonst beim Streben irgend eines materiellen Seins in ein anderes einzudringen, vorgeht: so bemerken wir, daſs z. B. unsere Hand, oder sonst eine Materie in ihrem Fortschreiten gehindert werde. Es ist daher ein solches Hinderniſs (die Undurchdringlichkeit) eine Erscheinung, die der von Vereinigung entgegengesetzt ist. Wirken aber nur dynamische Gegensätze Vereinigung (Allgem. Dyn. 45 etc.): so sind hier gleichartige Kräfte im Spiele, nämlich die expansiven, weil das Fortschreiten einer Materie, wenn sie eine andere trifft, an eine andere stöſst, Widerstand findet, und das „Fortschreiten" die Erscheinung der Expansion ist.

13.

Was den Raum erfüllt, existirt daher nicht allein im Raume, sondern schlieſst auch jedes materielle Sein von seinem Raume aus. Die Materie ist demnach in jeder Hinsicht, wie der Raum, ausgedehnt, ist ein „Auſserhalb- uud Nebeneinander-Sein:" also meſsbar nach Länge, Breite und Tiefe (Dicke).

*) Die Ausdehnung geht aus dem Ansich der Materie nothwendig hervor. Denn sie ist die Erscheinung dynamischer Kräfte, die sich einander räumlich beschränkend, in ihrer Synthese ein Sein bilden. Die Kräfte (Expension und Contraction) können sich aber nur auf eine endliche Weise beschränken, um Etwas in die Endlichkeit zu setzen, und müssen dann ein Ausserhalb und Nebeneinander, ein aus-

gedehntes Sein hervorbringen (Allgem. Dyn. 44.)

14.

Man kann bei jeder Ausdehnung von aller Begränzung absehen, oder man kann die Ausdehnung begränzt vorstellen. Setzen wir ein ausgedehntes, Raum erfüllendes Sein ohne Gränze, so setzeu wir das, was wir im strengen Sinne Materie nennen; stellen wir uns aber das ausgedehnte, Raum erfüllende Sein innerhalb gewifser Gränzen vor: so heifst es „Körper." Ein Körper ist demnach begränzte Materie.

*) In den Ausdrücken „Metall," „Erde," „Holz, etc." sieht man von aller Begränzung ab. Man denkt dadurch blofs „Materie." In der Wirklichkeit finden sich aber diese Materien durchweg begränzt, und kommen also nur als „Körper" vor.

15.

Begränzung der Ausdehnung giebt Gestalt, Figur. Sonach ist jeder Körper von einer bestimmten Figur oder Gestalt „gestaltete Materie." Ist, wie es erhellet, die Begränzbarkeit eines Ausgedehnten ins Unendliche modificabel: so ersieht man, die Gestaltungen der Körper können unendlich verschieden und mannigfaltig sein.

*) Da im raumerfüllenden Sein (in der Materie) nichts, aufser der Ausdehnung, zu unterscheiden ist, so ist es sofern eine Indifferenz, und wir können sagen: die Gestaltnng bringt die ersten Differenzen in dieselbe.

16.

Wir sehen um uns her meistens gestaltete Materie, mithin Körper. Doch begegnen uns auch Materien, welche gestaltlos sind, und durch ihr Zerfliefsen ein Streben ins Gränzenlose andeuten, diese sind die Flüssigen. Die Flüssigen vertreten daher die Materie im strengen Sinne genommen (14.), und sind das Unkörperliche in der materiellen Natur.

17.

Die Flüssigen erstarren durch die Kälte. Dadurch wird das Zerfliefsen gehemmt, und das Flüssige, z. B. Wasser, nimmt eine Gränze an; erhält sonach Gestalt (15.). Da man nur vom Gestaltlosen sagen kann: „dasselbe werde durch Umgränzung gestaltet," und das Flüssige, die Materie am reinsten darstellend, das Gestaltlose in der Materienwelt ist: so sind alle Körper als entstanden aus den Flüssigen zu betrachten, und heifsen dann recht treffend „begränzte Materie." Die Erfahrung beurkundet auch überall die Abstammung der Körper aus dem Flüssigen; z. B. in Bergcrystallen findet man oft fremdartige Körper, namentlich Cloriterde etc. im Bernstein Fliegen und andere Insecten u. s. w. Metalle und Steine zeigen in ihrem Bruche klar Spuren ihres ehemals flüssigen Zustandes, u. s. w.

*) In dieser Beziehung möchte Thales gesagt haben: „das Wasser sei das Princip der Dinge in der Natur." Auch hat hieraus zum Theile folgender Satz seine Deutung „die Erde ist aus dem Chaos entstanden."

**) Da alle Dinge in der Natur an sich Erscheinungen sind der dynamischen Dreieinheit, und die

Verschiedenheit der Dinge vom Vorherrschen einer Kraft über die andere begründet wird (8), so ist das Flüssige (fluidum) nichts anderes, als die Erscheinung der dynamischen Dreieinheit mit vorherrschender Expansion, und das ihm entgegengesetzte Starre (rigidum) nichts anderes als die Erscheinung der dynamischen Dreieinheit mit waltender Contraction.

18.

Das Starrwerden geschieht allmählich. Setzt man Wasser einer großen Kälte aus, so nimmt man bald wahr, daſs sich die kleinsten Wassertheilchen an andere (Puncte an Puncte) ansetzen, und eine Linie, einen Eisstral bilden. Die Linien fügen sich hernach an Linien, und geben Flächen. An die Flächen legen sich endlich wieder andere Flächen an, und die Erstarrung geht in die Tiefe. Man entdeckt auch in unzähligen Körpern Fasern und Blättchen, die sich cubisch verbinden. Daraus ist klar, daſs die Erstarrung eines Flüssigen allmählich nach allen Dimensionen geschehe.

*) Erstarrt demnach ein Flüssiges, so folgt immer ein Zustand auf den andern, und da gesellt sich zum Ausserhalb- und Nebeneinandersein immer auch ein Nacheinandersein. Verbinden wir aber mit dem Ausserhalb- und Nebeneinander den Begriff vom Raume, und mit dem Nacheinander den der Zeit: so vereinen sich bei der Erstarrung der Flüssigen immer Zeit und Raum, und die Veränderungen der Natur erweisen sich auch hier als Bewegung. Geschieht aber bei jeder

Veränderung (Bewegung) in der Natur, ein Uebergang von einem Sein in eine andere Art des Seins; so ergeben sich alle Veränderungen (Bewegungen) in der Natur nothwendig in einer Zeitfolge, und da eine Zeitfolge „stetig" ist, so wird klar: dafs „alle Veränderungen in der Natur durchweg stetig sein müssen." Darnach ist der Satz der Alten zu deuten „non datur saltus in natura."

19.

Bei dem Erstarren des Wassers beobachtet man, dafs sich die Eisstralen unter bestimmten Winkeln (von 60° bis 120°) vereinen. Durch Erstarrung wird daher die Continuität der flüssigen unterbrochen; es bilden sich im Starren Zellen (pori) von verschiedener Gestalt, Gröfse und Menge.

*) Das Gefüge der verschiedensten Körper weiset auch wirklich einen porösen Zustand derselben. Daher nehmen die Flüfsigen, wenn sie erstarren, einen gröfsern Umfang (volumen) an. Wir sehen defswegen das Eis auf dem Wasser, eine Kugel aus Blei auf seinem Flusse, u. s. f. schwimmen. Zwar sieht das freie Auge nicht in allen Körpern Zellen; aber mancherlei Erscheinungen kündigen ihr Dasein an. So zieht das Weltauge (eine Opal-Art) ungeachtet seiner Dichtheit Wasser in sich, und wird dadurch bedeutend gewichtiger. Sanctorius, Dadard, Seguin u. a. haben die Porosität der menschlichen Haut sinnreich dargethan. Mit dem Vergröfserungsglase (Mikroskop) nimmt das freie Aug in den glattesten Körpern Zellen wahr.

Nach Leuwenhoeck's mikroskopischen Untersuchungen stellt ein Stück Menschenhaut von 1/10 Zoll Quadratfläche 10000 Hautporen dar. U. s. w.

20.

Durch das Erstarren der Flüssigen wird das Zerfliefsen (Fortschreiten) gehindert: woraus dann die Begränzung und Gestaltung als nothwendige Folge hervorgeht. Die Begränzung und Gestaltung einer Materie wird daher durch „Befestigung der Theile" bewirkt, und man nennt die Erscheinung richtig ein Festwerden. Wird nämlich die Contraction über die Expansion obsiegend: so wird das Fortschreiten (das Zerfliefsen) gehemmt, und nach Verschiedenheit des Grades der vorherrschenden Contraction die Festigkeit, der Umfang, und die Gestalt des Körpers bestimmt.

*) Zwischen dem Flüssigen und Festen ist demnach der Hauptunterschied, dafs die Theile des Flüssigen leicht beweglich, hingegen die Theile des Festen fixirt sind. Eben aus der grofsen Beweglichkeit der Flüfsigen wird erkannt, dafs sie zerfliefsend, die leeren Räume ausfüllen, sonach alle Zellen ausfchliefsen.

21.

Läfst man ein Flüssiges, z. B. Wasser, auf einen starren Körper von einer Höhe herabfallen: so zersplittert es in eine Vielheit von kleinen runden Wassermassen, die wir Tropfen nennen. Auch feste Körper können so behandelt werden, dafs sie in kleine Massen zerfallen, dieselben aufser aller Berührung kommen, und an eine andere Stelle des Raums versetzt

werden. Die Wassertropfen und die kleinen Trümmer der festen Körper machen zur Einheit verbunden ein Ganzes, und wir benennen sie dann in Beziehung auf das Ganze Theile. Daher sprechen wir: „es sind sowohl die Starren als die Flüssigen theilbar.“

*) Da das Kräfteverhältnifs, woraus die Starrheit begriffen wird (17 **), immer nur relativ ist, so erhellet, dafs kein Körper absolut untheilbar sei. Es können auch wirklich alle Metalle zerfeilt, alle Hölzer durchsägt, alle Steine durch den Hammer zerschlagen etc., das ist, (mechanisch) getrennt; Salze im Wasser; Silber, Kupfer etc. in Säuren (dynamisch) aufgelöst werden.

**) Man kann die Theilung sowohl mechanisch als dynamisch aufserordentlich weit fortsetzen. Die gewöhnlichen Beispiele werden genommen von färbenden und riechenden Massen, von den Vergoldungen grofser Flächen mit wenig Gold, von der Zartheit des Gespinnstes der Spinnen und Seidenwürmer, der Kleinheit gewisser Thierchen und ihrer regelmäfsigen Organisation, u. s. w. Man rechnet so. Es werden 20 Pfund Wasser auf 2 Gran Carmin gegossen, man erhält ein gleichförmig rothgefärbtes Wasser. Ein Tropfen Wasser wiegt ohngefähr 1 Gran, ein Loth 240 Gran, folglich ein Pfund 7680 Gran. Es enthält also das durch Carmin gefärbte Wasser 153600 Tropfen. Im Durchmesser eines Tropfens kann man leicht 10 für das Auge unterscheidbare Theile wahrnehmen, die insgesamt

gefärbt sind; und da mufs dann der ganze Wassertropfe, dessen Solidität = dem Cubus des Durchmessers ist, 1000 unterscheidbare mit Carmin gefärbte Theile enthalten. Nimmt man nun das Geringste an, dafs jedes rothe Wassertheilchen nur ein einziges Stäubchen Carmin in sich habe, so hat sich im angeführten Versuche der Carmin = 2 Gr. in 153,600,000 Theilchen getrennt. — Die Vergoldungen beweisen zunächst nur die Dehnbarkeit des Goldes, da aber das ausserordentlich gedehnte Gold sich mechanisch trennen läfst: so ergiebt sich allerdings aus den Vergoldungen eine ungemein grofse Theilbarkeit des Goldes, z. B. die Drathzieher vergolden eine silberne Stange von 22 Zoll Länge, 15 Linien Dicke mit einer Unze Gold. Diese Stange durch ein immer engeres Loch gezogen, wird nach und nach zwirnfadendünne, und erhält eine Länge von 97 französischen Meilen. Der Drath wird dann abgeplattet, und dadurch auf 110 Meilen verlängert. Eine französische Meile hat eine Länge von 200 Toisen; eine Toise enthält 6 Fufs, mithin da ein Fufs 12 Linien hält = 6 . 12 . 12 = 864 Linien. Der Drath also 100 . 2000 . 854 = 190, 080, 000 Linien. Da in jeder Linie wenigstens 10 Theile zu unterscheiden sind: wie ungeheuer grofs zeigt sich demnach hier die Theilbarkeit! — Ein Faden eines Seidenwurms vom Gewichte eines Grans wurde 180 Ellen lang erfunden. Nach Reaumur ist der Faden einer Spinne aus mehrern tausend einzelnen Fäden zusammen gesetzt. Ein Infusionsthierchen, welches man erhält, wenn man auf getrocknete Pflanze Wasser giefst, und

eine Zeit lang stehen läſst, schätzte **Leuwenhoeck** tausend Millionen mal kleiner, als ein Sandkorn, und hatte doch Organe! —

22.

Sieht man beim raumerfüllenden Sein von aller Begränzung ab, und stellt sich sonach die **Materie** als **solche** vor (14.), so kommt ihr auſser der Ausdehnung und Undurchdringlichkeit keine Qualität zu. Die **Materie als solche** ist daher nur **Ein und Dieselbe**. **Verschiedenheit** (qualitative) kommt erst zur Materie durch ihren Zusammenhang mit der **immateriellen** Natur. Die immaterielle Natur, (bei uns **die Sonne**) erregt die dynamische Indifferenz der Materie, führt dadurch verschiedenes Kräfteverhältniſs ein, und erzeugt so **Verschiedenheit der Materie** (8.). Daher sind dann auch wirklich die Körper (die begränzte Materie) nicht bloſs der **Figur** nach, sondern auch in Hinsicht der **Qualität** von einander unterschieden. Dieselben sind samt und sonders Erscheinungen dynamischer Differenzen, und als solche **relative Gegensätze** (Allg. Dyn. 40.), die nicht nur **Gattungs-** und **Arts-Unterschiede**, sondern auch **Verschiedenheit der Individuen** begründen.

*) Die Erfahrung weiset auch überall bei aller Uebereinstimmung in einem gemeinsamen Merkmal **Verschiedenheit**, (eine Species, Specifisches), und bei aller Aehnlichkeit in Hinsicht der Species **Unterschiede der Individuen**. Daher die **Classification** der Metalle, Erden, Salze etc., Pflanzen und Thiere etc. in Gattungen, Arten, Individuen.

**) W a s s e r und a n d e r e F l ü s s i g e stehen besonders mit verschiedenen f e s t e n Körpern im dynamischen Gegensatze, und eignen sich daher, diese berührend, Theile von ihnen an. Das W a s s e r, die S ä u r e n u. a. sind daher vielfältig ein G e m i s c h e von verschiedenartigen Dingen. Entstehen daher alle Körper aus den Flüssigen: so hat auch in dieser Hinsicht der Ausspruch der Alten „das Wasser (welches der Flüssigen Stelle vertritt) ist das Princip der materiellen Natur" einen richtigen Sinn.

23.

Herrscht unter den Dingen, wie es erhellet, eine lautere Verschiedenheit, und beruht alle Verschiedenheit auf dem unendlich modificabeln Verhältniſs der dynamischen Kräfte, vermöge welchem entweder die positive = Expansion, oder die negative = Contraction, in gröſsern oder kleinern Graden vorherrscht; so stehen alle Dinge der Natur durchweg mehr oder weniger zueinander in einem d y n a m i s c h e n G e g e n s a t z e. Streben aber alle Gegensätze nach V e r e i n i g u n g (Allgem. Dyn, 42.): so muſs

das P h ä n o m e n der V e r e i n i g u n g ein a l l g e m e i n e s P h ä n o m e n der m a t e r i e l l e n N a t u r sein.

Die E r f a h r u n g bestätigt dieses auch durchweg. Namentlich tritt in der materiellen Natur das Einigungsstreben hervor in den Phänomenen

der C o h ä s i o n (Zusammenhang),

der A d h ä s i o n (Anhaftung)

und der G r a v i t a t i o n (Schwere).

*) Diese allgemeinen Phänomene der materiellen Natur sind nun der weitere Gegenstand einer ausführlichen Forschung in der materiellen Natur.

Cohäsion.

24.

Wenn ein Flüssiges in den Zustand der Starrheit übergeht, daher begränzt wird, demnach die vorhin beweglichen Theile unbeweglich, fest werden (20), und dann einer äufsern bewegenden (verschiebenden, trennenden, auflösenden) Gewalt widerstehen, so sagen wir: „die Theile cohäriren." Die Befestigung der Theile eines Flüssigen durch seine Erstarrung giebt daher den Begriff von „Cohäsion" (Cohärenz).

25.

Das Festwerden eines Flüssigen geschieht allmählich, sonach ursprünglich durch Erstarrung und Anschiefsung der Tröpfchen (Puncte) in Linien (18.), deren Theile cohäriren, und jeder Verschiebung Widerstand leisten. Die Cohärenz ist daher ein Phänomen des Strebens dynamischer Gegensätze in die Synthese „in Form der Linie," mithin eine Erscheinung der dynamischen Kräfte, welche sich linearisch beschränken.

*) Weil das Verhältnifs der dynamischen Kräfte = + und — unendlich variren, sonach die contractive Kraft die expansive in unendlich verschiedern Graden besiegen kann: so sieht man schon daraus die Möglichkeit der mannigfaltigsten Cohärenzphänomene ein.

26.

Die Erstarrung hemmt, dem Gesagten zufolge, das Zerfliefsen der Flüssigen; befestigt dadurch ihre Theile, und giebt dem Ganzen Gestalt. Heifst nun die Befestigung der Theile durch ihre Erstarrung Cohärenz: so sind die Körper durch Cohärenz gestaltet; Körper sind „durch Cohärenz gestaltete Materie." Daher sind die Flüssigen das Cohärenzlose in der Materienwelt.

27.

Da Körper gestaltete Materie sind, und ihre Gestalt durch Cohärenz entsteht: so bestimmt die Cohärenz das Körperliche in der Materien-Welt. Der Charakter der Körperlichkeit ist Cohärenz. Je cohärenter ein Ding ist, desto körperlicher ist es. Die Metalle gehören daher zu den körperlichsten Dingen.

*) Wasser und sonst alle andere Flüssige (wie auch Dampf und Luft) sind demnach nicht Körper zu nennen; denn nur das durch Cohärenz Gestaltete, mithin das Cohärente, steht unter dem Begriffe des „Körpers."

28.

Gehen Körper aus dem Flüssigen hervor, oder, wird das Cohärenzlose cohärent, so ist besonders merkwürdig: dafs, wenn das Flüssige, in dem feste Theile aufgelöst sind, ruhig steht, und verdünstet, oder sonst geändert wird, nach einiger Zeit die festen Theile sich vom Flüssigen sondern, und sich verbindend in einer regulären Gestalt erscheinen. Die festen Theile

gehen nämlich, wie das Wasser in der Kälte (19.), in geraden Linien zusammen, diese verbinden sich unter bestimmten Winkeln, bilden Flächen von bestimmten Kanten, und beschliefsen den Umfang ihrer Masse mit einer bestimmten Zahl von Flächen. Unter den Mineralien sind es vorzüglich

die Salze,
die Spatharten,
die Kieselerden,
und die Metalle,

welche sich in regulären Gestaltungen auszeichnen.

*) An den Bergcrystallen mag man wohl die reguläre Figur am ersten beobachtet haben. Man nennt von ihrem Namen her, alle reguläre Bildungen in der Materien-Welt Crystalle. Crystalle sind daher Körperchen von bestimmten Flächen unter bestimmten Winkeln begränzt.

29.

Die Salze, welche einen Reichthum regulärer Formen zeigen, haben noch das ganz besondere, dafs wenn in einer Auflösung von mehrern Salzen eine Crystallisation vorgeht, jede Art des Salzes mit ihrer eigenthümlichen regulären Gestalt zum Vorschein kommt.

*) Auch bei den Phänomenen der Crystallisation zeigt sich eine unübersehbare Mannigfaltigkeit. Dieselben verkünden laut das unendliche All-Sein, welches im Streben begriffen ist, sogar die niederste Stufe der Natur, die Materienwelt, bis zum kleinsten Stäubchen zu verschönern, und dadurch den aufmerksamen Forscher mit reinster Freude zu erfüllen.

30.

Wird in eine Salzauflösung ein Stab oder sonst ein cylindrischer Körper gesetzt, so haben die Salztheilchen, die ihn berühren, eine Stütze, wodurch das wechselweise Streben entgegengesetzter Theile zur Vereinigung, durch ihre Schwere nicht gestört wird: es erfolgt daher von dem Stabe aus das Anschießsen der Salze schneller.

*) Darin liegt auch der Grund, warum das Erieren des Wassers von den Wänden aus anfängt, u. d. gl.

31.

Das Wasser ist, wie wir lehrten, das Medium, worin vielfältig Körpertheilchen aufs Feinste aufgelöst und gleichsam flüssig gemacht sind (22.). Gleichwie also die Theilcheu des Flüssigen, so sind auch die festen in denselben aufgelösten Theilchen höchst beweglich. Die Gegensätze finden daher in ihrem Streben zur Vereinigung kein Hindernifs, wenn z. B. das Wasser verdünstet. Es bilden aber überhaupt die Theile der Körper, z. B. die der Salze mit dem Wasser einen Gegensatz, und da können dann immer einige Wassertheilchen mit den festen eine Verbindung eingehen, sonach in den Crystallen erstarren.

*) Die Erfahrung lehrt wirklich, dafs Salzcrystalle gewichtiger sind, als die Salze von gleicher Menge, und man nimmt wahr, dafs die Crystallform sogleich verloren geht, wenn man durch Ausglühung der Crystalle sie ihres Wassers beraubt. Was vom Wasser gesagt worden, gilt allerdings von jedem Flüssigen, wenn es dasselbe Verhältnifs eingeht.

32.

Die Crystalle, welche durchgängig aus dem Flüssigen hervorgehen (17.), haben ein bestimmtes Gefüge. Es lassen sich mittelst einer Stahlklinge die Crystalle wirklich in Blättchen theilen. Hauy hat sich durch Uebung hierin eine großse Fertigkeit erworben, und mittelst der feinsten Messungen und Rechnungen viel Lehrreiches über die Gestalten der Crystalle geliefert. Hauptresultate seiner Beobachtungen und Theilungen sind:

1. Wenn man Crystalle von einerlei Materie durch Schnitte theilt, so erhält man zuletzt einen regelmäfsigen Körper, der immer derselbe ist. Hauy nennt ihn den Kern (primitive Form).

2. Manchmal hat der ganze Crystall eine andere Form als sein Kern; solche Crystalle benennt Hauy Secundarformen.

3. Kerngestalten unterscheidet Hauy sechserlei das Taetraeder, das Parallelopipedum, das Octoeder, die sechsseitige Säule, das Dodekaeder mit gleichen ähnlichen Rhomben und das Dodekaeder mit gleichschenklichten Dreiecken.

4. In den Mineralkörpern derselben Gattung fand Hauy immer dieselbe Kerngestalt, wenn auch die Secundarform verschieden war. So haben z. B. die verschiedensten Crystalle des Kalchspathes durchgehens einen Kern von verschobenem Würfel.

5. Wird der Kern ferner getheilt, und die Theilung auch in den Theilen fortgesetzt: so zeigen sie insgesamt immer dieselbe Gestalt. Hauy nennt sie Ergänzungstheilchen (moleculae integrantes).

6. Der Crystallkern ist daher anzusehen als eine Verbindung von Integraltheilchen, die der, aus welcher der Kern besteht, ähnlich sind.

33.

Die Grundgestalten, die sich in den Molecüln wiederholen, lassen sich nach Hauy auf drei bringen, die dann die höchst einfachen sind, nämlich

auf die dreiseitige Pyramide (Tetraeder) von möglichst wenigen — von vier — Flächen,

auf das dreiseitige Prisma von fünf Flächen

auf das Parallelopipedum von sechs Flächen.

*) Heifst man die Linie oder Länge, welche in der Pyramide hervortritt, in Hinsicht der Dimension Einheit; die Fläche (aus Länge und Breite), welche sich in der Säule zeigen, Vielheit, und die Länge, Breite und Tiefe, welche den Cubus auszeichnen, Allheit: so herrscht in der Pyramide die Einheit; in der Säule die Vielheit, und im Parallelopipedum (Würfel) die Allheit der Dimensionen. Es müssen sich daher auf dieses Drei alle reguläre Figuren der Crystalle beziehen, und unter Eine der Grundformen stellen lassen.

34.

So klein die Zahl der Grundformen der Crystalle ist: so kann doch in Hinsicht der Kanten und Winkel, des Ueberzugs und der Maskirung des Kerns etc. eine aufserordentlich grofse Man-

nigfaltigkeit entstehen. Nach Hauy kann Eine Art Kern 8 Millionen 388,604 Varietäten verschiedener Formen erzeugen. Bisher sind nach ihm erst 60 beobachtet, die insgesamt dem Kalchspath angehören.

*) Wie scharf Hauy beobachtet und mit dem Goniometer (Winkelmesser) gemessen, und wie genau er gerechnet habe, mag ein Beispiel dienen. Er bestimmte den Winkel von einer Rhomboide = 101° 32′ 13″.

**) Außer Hauy, der schon 1784 eine Abhandlung über die Bildung der Crystalle geschrieben, haben sich Kastner, Kome Delisle, Bergmann, Kramp u. a. um die Untersuchung der Crystalle verdient gemacht. Allein alle ihre Bemühungen haben sich bloſs auf geschickte Spaltung der Crystalle, auf Beobachtung ihrer Form, und auf die Kunst, ihre Winkel zu messen und zu berechnen, eingeschränkt. Dieselben hinterlegten dadurch Materialien zu einem neuen Theile der angewandten Mathematik zur „Crystallographie." Allein die Regularität der Crystallformen in ihrem Grunde (die Physik der Crystalle) blieb den berühmten Männern verborgen. Der Grund liegt auch tiefer als dieselben drangen; er liegt im Wesen der Dinge, das zu ergreifen, Empirie und Mathematik nicht hinreichen; die Annahme Einiger aber von besondern Polaritäten, elektrischen Einflüssen u. d. gl., die von ihnen eben auch nicht erkannt waren, ist nur eine neue Bestätigung von der Eitelkeit der Mühung, die Natur durch Hypothesen zu erforschen. Nur die Dynamik kann den Versuch wa-

gen, über diese Nachtseite der Natur einiges Licht zu verbreiten.

35.

Sind nämlich die Naturdinge an sich Erscheinungen (Actionen) der drei dynamischen Kräfte, und beschränken sich Expansion und Contraction immer nur auf eine endliche Weise (13.), und zwar für jede Art des Seins auf eine bestimmte Weise, so entsteht, wenn die Contraction die Expansion in Schranken hält, nothwendig eine Raumerfüllung von bestimmter Begränzung, das ist, eine reguläre Figur (Allg. Dyn. 100.). Hat aber jede Gattung und Art der körperlichen Dinge ein bestimmtes Wesen, oder mit andern Worten: ist jeder Körper die Erscheinung von einem bestimmten Verhältnifs der Kräfte; so ist auch die Form eines jeden bestimmt (von eigenthümlicher Regularität). Diesemnach ist das Wesen der körperlichen Dinge und ihre ursprüngliche Form gleich nothwendig. Diese speculative Ansicht der Crystallisation bestätigt auch die Erfahrung in dem Zerfallen eines Körpers in die Molecüln, in Körperchen von demselben Wesen und derselben Form, u. s. w.

*) Die dynamische Urkraft der Natur ist daher auch die plastische in der Erscheinungswelt. In den kleinsten Dingen wie in den gröfsten finden wir nur Abdrücke des sich selbst offenbarenden All-Seins, mithin überall nur Zusammenstimmung der Dinge, Regularität, Symmetrie und Schöne. Gottes Macht und Herrlichkeit liegt uns überall vor Augen!

36.

Zwar finden sich auch Irregularitäten und Anomalien, die man an Körpern der nämlichen Art hier und da wahrnimmt (32.), und so scheint es, daſs dasselbe Wesen nicht nothwendig einhergehe in derselben Form! Allein bedenkt man, daſs das Naturuniversum ein Ganzes ist, in dem alle Dinge in Wechselwirkung stehen (Allgem. Dyn. (40.); so ist das scheinbar Irreguläre in der Form nur Erfolg mehrerer Kräfte, die hier einwirken, und ein Product geben, das dem Einfluſse vieler gemäſs ist. Daher findet man manchmal Crystalle derselben Art, die durchsichtig und ohne Farbe sind, und dann wieder welche, die farbig und trübe aussehen. Auch bei Analysen kommen nicht immer dieselben Stoffe oder nicht in gleicher Menge vor, woraus dann schon durch Zusammenfluſs verschiedenartiger Kräfte eine andere Bedeutung der Crystalle nothwendig wird. So crystallisirt z. B. gewöhnlicher Alaun in Octaedern, hingegen mit mehr Alaunerde verbunden, in Würfel, u. s. w.

*) Es giebt in der Natur noch anderweitige reguläre Gestaltungen, die man amorphisch zu nennen pflegt; dergleichen sind die Stalaktiten von walzenförmiger, röhrenförmiger, kolbenartiger Gestalt; Abdrücke von organischen Körpern und Versteinerungen. Allein Gestaltungen dieser Art sind nicht ursprünglich, sondern durch Zusammenwirkung äuſserer Ursachen entstanden. Wovon anderswo ausführliche Rede sein wird.

37.

Was bisher von den Crystallisationen im Gebiete der Mineralien gelehrt worden, gilt auf seine Weise auch von den regulären Gestalten der Pflanzen, Thiere und der menschlichen Körper und ihrer Theile. Nur erscheinen hier die Gestalten noch viel mannigfaltiger, nur mehr ausgebildet und schöner. Es liegt in der lebendigen Natur sogar das Vermögen, die gestaltlose Materie (die Säfte, welche aus der Nahrung entstehen) in Organe zu verwandeln, und ihnen das Gepräge der gröſsten Regularität, hoher Schönheiten aufzudrücken!

*) Die Gestalten und Formen der Pflanzen, Thiere und Menschen sind Gegenstand „der Dynamik der organischen Natur." — Die Gestaltung der Menschen insbesondere wird durch ein höheres Innere bedeutsam; dasselbe spricht sich vorzüglich im Auge eines Menschen, in den Lefzen und in seinem Munde aus: so was ist nicht rein dynamisch, sondern hat psychologische Deutung. Darum ist die Physiognomie kein leerer Name!

38.

Die Cohärenz, wovon die Crystalle ihr Dasein haben, zeigt noch anderweitig Erscheinungen, die als Grund dienen, die Körper zu unterscheiden und mancherlei Körperphänomene zu verstehen. Die Cohärenz widersetzt sich vermöge des Begriffes (4.) durchgehens der Bewegung. Sucht man den Cohärenzwiderstand zu überwältigen, so kann man die Absicht haben,

A. entweder die Theile der Körper zu verschieben oder zu trennen;

B. oder die Stärke des Zusammenhanges zu prüfen und zu messen.

Im ersten Falle lernt man die allgemeinen Körper-Eigenschaften kennen, im zweiten klären sich die Begriffe und Eigenschaften des Zerreifsens, des Zerbrechens und des Zerdrückens auf.

39.

A. Es giebt Körper, welche der Bewegung, dem Verschieben ihrer Theile stark widerstehen; andere lassen ihre Theile durch jede geringe Gewalt verschieben. In jedem Falle sind wieder zweierlei Erscheinungen möglich:

. entweder kommen die verschobenen (bewegten) Theile nur wieder in eine andere Berührung, und hängen dann wieder zusammen,

oder sie werden aufser Berührung gesetzt, und dann ihres Zusammenhangs verlustigt.

Körper, deren Theile der Verschiebung stark widerstehen, aber bewegt aufser Berührung kommen, nennt man „hart" (corpora dura) z. B. die Steine sind hart. Körper, deren Theile der Verschiebung stark widerstehen, aber bewegt nicht aufser Berührung kommen, heifst man „dehnbar" (corpora ductilia) z. B. Eisen ist dehnbar.

Körper, deren Theile der Bewegung (Verschiebung) der Theile nur geringen Widerstand leisten, aber bewegt sogleich außer Berührung kommen, werden „spröde" brüchig (corpora fragilia) genennt, dergleichen sind Gläser. Körper, deren Theile der Bewegung (Verschiebung) geringen Widerstand leisten, aber bewegt, noch im Zusammenhange (in Berührung) bleiben, werden weich (corpora mollia) genennt, z. B. feuchter Thon.

*) Diese Körpereigenschaften sich auf den Cohärenzwiderstand stützend, sind nur Ausdrücke der verschiedenen dynamischen Verhältnisse, in welchen die Körpertheilchen zu einander stehen. Sind aber in solchen Verhältnissen unendlich viele Grade möglich: so muſs es auch eine Stufenreihe von jeder Gattung der harten, dehnbaren, spröden und weichen Körper geben. Und da sind die Körperqualitäten Relationen, die ins Endlose gehen, daſs wir dann nur für die gröſsern Grade Auszeichnung und Namen haben. Die Erfahrung weiset auch eine überaus groſse Verschiedenheit von Härte, Dehnbarkeit, Sprödigkeit und Weichheit auf. Unter den harten Körpern ist Diamant der härteste; Kiesel ist härter als Marmor, dieser härter als Sandstein, u. s. w. Unter den dehnbaren Körpern ragt das Gold hervor; Eisen ist weniger dehnbar, noch weniger Blei, noch weniger Zink. Vermöge der Dehnbarkeit kann man einige Metalle auf Streckwerken strecken, in Drathziehereien gar sehr verdünnen und verlängern, auf dem Ambos unter dem Hammer treiben, u. d. gl.; daher die Metalle auch streckbar

und hammerbar genennt werden. Die Weichheit sinkt bis zur Zähigkeit (viscositas) herab. Das Spröde verliert sich in das Zerreibliche (friabile).

**) Wird das Kräfteverhältniſs der Körpertheilchen durch äuſsere Einflüsse geändert: so müssen sich allerdings Veränderungen in ihren Erscheinungen, in den Körpereigenschaften, ergeben. Metalle z. B. werden hart, wenn man sie rothglühend in kaltes Wasser taucht und abkühlt; hingegen ein Gemische von 73 Theilen Kupfer, und 22 Theilen Zinn biegsam und hammerbar (Darcat und Biot). Steine werden durch Ablöschen spröde, ja gar zerreiblich. Eisen und andere Metalle, Gold nicht ausgenommen, werden in groſser Kälte brüchig. — Feuchtigkeit und Trockenheit können das dynamische Kräfteverhältniſs der Körpertheilchen zu einander sehr ändern, und sonach auch die Körper sehr modificiren. U. s. w.

40.

Dünne Stäbe, Fäden, Streifen etc. ändern durch mäſsiges Biegen; Saiten durch Spannung; Membranen, Schnüre etc. durch das Drehen; eine elfenbeinerne Kugel, die von einer Höhe herab auf eine harte Fläche fällt, durch Anstoſs ihre Figur, und nehmen sie wieder zurück, wenn die biegende, oder spannende, drehende oder stoſsende Gewalt nachläſst. Nun die Eigenschaft der Körper, vermöge welcher sie die durch Beugung, Spannung, Drehung oder Anstoſs abgeänderte Figur wieder zurücknehmen, sobald die äuſsere Einwirkung nachläſst, heiſst „Federkraft“ (Elater, Elasticität im weitern Sinne).

*) Diese Eigenschaft erscheint vorzüglich in Blechen von Stahl, daher der Name „Stahlfeder.“ Die Taschenuhren werden durch die Federkraft bewegt; der Gebrauch der Schlösser, Thürschnallen u. d. gl. beruht auf der Federkraft. Eben der Federkraft verdanken wir die Harmonie musikalischer Töne im Klavier, in der Violine etc. Der liebliche Klang der Harmonika, das erweckende Geläute der Glocken, der Schall der Paucken etc. wurzeln in derselben Federkraft. — Die Zweige der Bäume, unzählige Pflanzengewächse, die Getreidähren thun den Stürmen Widerstand durch ihre Federkraft. — Von einer Wasserfläche prallt ein schief geworfener Stein ab, indem sich das vom Steine gedrückte Wasser federnd äuſsert. U. s. w. — Weil die fadenförmigen Körper, und unter diesen auch Metalldräthe sich etwas drehen, wenn sie angezogen werden: so machte Coulomb von dieser Eigenschaft eine sinnreiche Anwendung auf eine Vorrichtung, die er „Drehwage“ (Balance de torsion) nannte. Die Vorrichtung besteht der Hauptsache nach darin. Von einem festen Puncte hängt senkrecht ein metallener Drath herab; am Ende ist eine horizontale Nadel (ein Zeiger) befestigt, und der Drath durch ein kleines Gewicht gespannt. Die Kräfte, deren Gröſse man wissen will, läſst man auf die Nadel wirken, und miſst sie nach der Gröſse des Winkels, um welchen sie sich von ihrem Ruhepunct durch ihre Drehung entfernt. Um den Apparat von der Einwirkung der Luft zu sichern, wird er unter Glas gestellt (zur Erläuterung dient die Zeichnung Fig. I. Taf. I.

**) Die cohärirenden Theilchen eines Körpers sind so viele Erscheinungen der Synthese von Expansion und Contraction (7.); werden diese durch äufsere Einflüsse aus ihrer Synthese gerufen, und streben dann wieder mächtig in ihre Synthese zurück, so müssen die Theilchen, die bewegt werden, wieder in ihre vorige Lage und Stellung zurückkehren, sonach der verlängerten und verdünnten Saite, der gedrehten Schnur, der durch den Anstofs abgeplatteten Kugel, dem gebogenen Stabe, wieder ihre vorige Gestalt zurückgeben. Zudem werden durch Beugung eines dünnen Stabes, von Spannung einer Saite, u. d. gl. immer einige Theile zusammengedrängt, bei welchen sich dann die Wirkung der Undurchdringlichkeit äufsert: somit sich zum Streben der Gegensätze in die Synthese bei gedehnten Theilchen auch die Expansivkräfte (12.) gesellen, und mitwirken, die bewegten Theilchen wieder in ihre vorige Lage zurückzubringen, und sonach die vorige Figur wieder herzustellen.

41.

Es giebt Materien, die gestaltlos sind, aber nicht zerfliefsen, sie heifsen Luft, Dämpfe etc. Dieselben bestehen aus Theilchen, die höchst leicht verschiebbar sind, ohne in Tropfengestalt zu erscheinen. Bezieht man das Wort „Flüssiges" auf die Gestaltlosigkeit (14.): so können Luft, Dämpfe etc. die „Nichttropfbarflüssigen" genennt werden.

*) Die Dämpfe, Dünste etc. treten bald wieder den Rückgang, den tropfbaren Zustand an, aus dem sie hervorgegangen sind. Zumal werden

Dämpfe durch die Kälte oder durch mechanischen Druck wieder tropfbar flüſsig. Die Luft beharrt aber in ihrem Zustande auch bei gröſster Kälte, und bei stärkstem mechanischen Drucke. Die Luft und ihre Arten sind daher „permanent nichttropfbar“ zu nennen.

42.

Die Luft kann mittelst eigens dazu eingerichteten Maschinen (der Luftpumpe und Compressionsmaschine) von allen Seiten her in einen engern Raum zusammengedrückt werden; sie widersteht durch Reaction der Zusammendrückung um so mehr, als sich der Raum verkleinert, in den sie eingeengt wird. Läſst die äuſsere zusammendrückende Gewalt nach, so spannt sich die Luft wieder in ihren vorigen Raum aus. Diese Eigenschaft, vermöge welcher ein materielles Sein seine Gestalt (seinen Umfang) nach allen Dimensionen, durch äuſsere Gewalt abändern läſst, und dieselbe, wenn diese zu wirken aufhört, wieder zurücknimmt, wird genennt „die Elasticität“ (im engern Sinne).

*) Die Luft und alle luftartige Substanzen sind demnach elastisch (im engern Sinne des Wortes). Dieselben mögen auch sofern compressibel genennt werden, wenn die Compressibilität auf den ganzen Umfang einer Materie bezogen wird. Auch die Tropfbarflüssigen zeigen einen Grad von Compressibilität (Elasticität). Auſser dem, daſs dieses aus dem Ansich der Dinge erhellet, weil sie samt und sonders relative Indifferenzen sind; so haben Canton, Abich und Zimmermann das-

selbe durch Versuche dargethan. Canton fand, daſs sich das Wasser durch den Druck der Atmosphäre bei bestimmter Höhe des Quecksilbers in der Terricellischen Röhre und im Fahrenheitischen Thermometer merklich zusammendrücken lasse, und sich, wenn der Druck nachläſst, wieder ausdehne. Abich und Zimmermann bedienten sich bei ihren Experimenten starker metallener Cylinder, in welchen mittelst genau passender Stempel das Flüssige mit Gewalt zusammengedrückt werden konnte. Nach denselben geschieht die Zusammendrückung von 26 3/4 Cubikzoll durch den Druck

	von 745,181 Pfund	von 2509,591 Pfund
bei den Brunnenwasser	$\frac{1}{142,66}$	$\frac{1}{35,667}$
gesättigtes Salzwasser	$\frac{1}{103,45}$	$\frac{1}{33,909}$
Milch	$\frac{1}{215,21}$	$\frac{1}{38,695}$
Brantwein	$\frac{1}{224,76}$	$\frac{1}{45,654}$

Das auf solche Weise zusammengedrückte Flüssige dehnte sich, nach der Beobachtung angezeigter Naturforscher, wieder aus, sobald die Gewalt des Druckes nachlieſs.

**) Die Luftarten, in denen sich Elasticität vorzugsweise äuſsert, sind Materien mit so herrschender Expansion, daſs sie weder durch die Kälte (dynamisch), noch durch irgend eine Zu-

sammendrückung (mechanisch) überwältigt werden kann. Wohl läſst sich die expansive Thätigkeit, die immer Grade hat (8.), durch die Kälte (erhöhte contractive Thätigheit, allgem. Dyn. 93.) beschränken, und durch Compression ihr Volumen verkleinern; aber dann wirkt auch die Expansion, als reagirende Potenz (12.) im Verhältniſs der Einwirkung, entgegen, und treibt die Luft wieder in ihren vorigen Raum zurück, sobald die äuſsere Kraft nachläſst. — Die Luftarten haben daher mit Recht auch den Namen „elastisch Flüssige."

43.

Unter den festen Materien sind es die Pferdhaare, Wolle, Pflaumfedern u. d. gl., die sich nach ihrem ganzen Umfange (allseitig) zusammendrücken lassen, und sich dann wieder ausdehnend, ihren Raum suchen, sobald der Druck nachläſst. Allein sie nehmen ihren Umfang (volumen) und Figur nie genau zurück. Man erfährt nämlich, daſs die Fasern aller Körper, aus denen sie bestehen, oder in Fasern verarbeitet werden, federnd sind. Pferdhaare, Wolle und dergleichen Körper sind aber wirklich nichts anders, als ein Haufe von Fasern, deren Federkraft immer unvollkommen ist, sonach die zusammengedrückten Theile nie genau wieder in die alte Lage zurückbringt.

*) Da alle Körper aus Erstarrung der Flüssigen entstehen, so sind alle Körper als ein Haufe zarter Fibern zu betrachten, die sich biegen lassen, und ihre Figur wieder annehmen, wenn die Beugung nachläſst. Die festen Materien sind daher nur sofern elastisch zu nennen, als ihre Fibern

ihre Gestalt abändern, und wieder zurücknehmen, z. B. schwingen. Bilden die Fibern (Fasern) in ihrer Verbindung Flächen (18.), so müssen besonders die Flächen der Körper zum Federn (zum Schwingen ihrer Fibern) geeignet sein. Dieses zeigt sich auch wirklich, wenn man z. B. auf eine Glastafel oder dünne Holzfläche Sand streut, und die Fläche zwischen Daume und Zeigfinger haltend, am Rande mit einem Geigenbogen streicht: die federnden Fibern schleudern den Sand mit Gewalt von seiner Stelle.

**) Sind die Fibern sehr gehäuft, die Masse eines Körpers grofs: so widersteht die Menge der Beugung, Spannung. Das Fibrirn (Schwingen der Fasern) kann daher bei grofsen Massen nicht wohl statt haben. Es erweiset sich auch eine dünne Saite bei derselben Spannung federnder als eine dicke; die Fibern einer dicken Glastafel schwingen nicht so wie die einer dünnen, u. s. w. Glas zu zarten Fäden gesponnen, wird sehr federnd, u. s. w.

44.

Uebrigens sind Elasticität und Federkraft, wie jede andere Körpereigenschaft Erscheinungen von bestimmtem Kräfteverhältnifs, sonach auch nur relative Eigenschaften, die daher nie in der Materie ganz fehlen. Nur nennen wir die höhern Grade derselben „Elasticität" und „Federkraft" (39*). So sprechen wir: elfenbeinerne, stählerne und gläserne Kugeln, welche eine Fläche nur in einem Puncte berühren, aber von einer Höhe herabfallend,

sich abplatten, und einen breiten Fleck auf eine gepuderten Steinfläche zurücklassen, sind federnd (elastisch im weitern Sinne), weil sie ihre abgeänderte Figur so genau zurücknehmen, daſs sich keine Abänderung in ihrer Rundung bemerken läſst; hingegen nennen wir Kugeln von weichem Thone oder Blei nichtfedernd (unelastisch). Auch erhellet, daſs jede Veränderung in dem Kräfteverhältniſs der Materietheilchen, die von auſsenher bewirkt wird, die Federkraft und Elasticität abändern müsse. Daraus ist zu verstehen: warum hier die Feuchtigkeit die federnde und elastische Eigenschaft befördere, dort verhindere. Dasselbe gilt von der Trockenheit, Kälte und Wärme; ferner von den Mischungen geschmolzener und wieder erstarrter Metalle, vom Walzen und Hammern derselben. U. s. w.

*) Wenn die Theile eines federnden Köpers soweit ausgedehnt sind, daſs ihre Federkraft der spannenden, biegenden etc. Gewalt gleich wird: so steht die Federkraft mit der Spannkraft im Gleichgewichte. Wird dann der Körper noch mehr gespannt, so wird er zerrissen, oder die federnde Eigenschaft geht verloren. Die Kräfte, welche die federnde Eigenschaft gründen, sind nämlich relative Gröſsen.

**) Betrachtet man in der Federkraft oder Elasticität die Gröſse, womit eine Materie ihre abgeänderte Figur wieder zurücknimmt, so kann man entweder von der Dichtigkeit oder von andern Umständen gänzlich absehen, oder eine Beziehung anstellen; im ersten Falle nennt man die Federkraft oder Elasticität relative (speci-

fische), im zweiten absolute. Z. B. durch die Wärme wird die Luft ausgedehnt, somit dünner; aber dann mehr elastisch. In Beziehung auf Dichtigkeit steht daher die Elasticität ($=E$) in einem zusammengesetzten Verhältniſs, und verhält sich gerade wie die absolute Ausspannungskraft ($=A$), und verkehrt wie die Dichtigkeit ($=D$), mithin $E=\frac{A}{D}$ In Vergleichung also zweier Materien ist $E:e=\frac{A}{D}:\frac{a}{d}$.

45.

B. Hat man bei Ueberwältigung des Cohärenzwiderstandes die „Stärke des Zusammenhanges" zu prüfen und zu bestimmen (38), so bedient man sich bei den Versuchen der Gewichte: die Gröſse des Gewichtes, das die Cohärenz bezwingt, giebt die Gröſse (Stärke) derselben an; die Versuche werden angestellt mit länglichten prismatischen oder cylindrischen Körpern. Man bringt an denselben die Gewichte so an, daſs sie entweder ziehen oder drücken, und ihre Wirkung entweder eine Richtung hat, die mit der Länge übereinstimmt, oder welche auf die Länge senkrecht ist: daher der Unterschied der Erscheinungen, die wir nennen

das Zerreiſsen,
das Zerbrechen,
das Zerdrücken.

Die Körper, welche zu den Versuchen gebraucht werden, sind entweder hart oder dehnbar, weich oder spröde, gleichartig oder ungleichartig.

(aus Theilen von derselben oder von verschiedener Eigenschaft), u. s. w.

Indeſs sind die Körperqualitäten, wie wir wissen, nur Relationen. — Das Gefüge kann auch so sein, daſs sich mehrere oder wenigere Theile einander berühren, sonach mehrere oder wenigere im Zusammenhange stehen (19.). Und, da auf das Gefüge das Clima (herrschende Temperatur etc.) Einfluſs hat, so erhellet: es lasse schwer, die Gröſse der Cohärenz der Körper im strengen Sinne zu bestimmen.

*) Die Kraft, womit z. B. ein cylindrischer Körper dem Zerreiſsen widersteht, nennt man die absolute Cohärenz, die Kraft, mit der er dem Zerbrechen Widerstand leistet, die relative Cohärenz, die Gewalt, die ein Körper dem Zerdrücken entgegensetzt, die rückwirkende Cohärenz.

46.

Man hängt einen cylindrischen Körper an einem Ende auf, und bringt an das andere Ende mittelst einer Wagschale Gewichte daran, so viele, daſs er zerreiſst. Muschenbroek hat unter Andern auf ähnliche Art mit verschiedenen Metallen und Hölzern experimentirt. Er lieſs zu diesem Ende Parallelopipeden (Stäbe) aus verschiedenen Metallen gieſsen, deren Seiten 0,17 Zoll hielten; er hängte die Gewichte so an, daſs sie in der Richtung der Länge wirkten. Der Erfolg war:

teutsches Eisen zerriſs von	- -	1930 Pfund
feines Silber	- - - -	1156 —
schwedisches Kupfer	- - -	1054 —

feines Gold - - - - -	578 Pfund
englisches Zinn - - - -	150 —
Bancazinn - - - - -	104 —
Malaccazinn - - - - -	91 —
goslarisches Zink - - - -	97, 83
Spiesglaskönig - - - -	30 —
englisches Blei - - - -	25.

Verhalten sich nun die Stärken des Zusammenhanges wie die zum Zerreifsen angewandten Gewichte: so ist Eisen $\frac{1930}{104} = 18\frac{20}{52}$ mal zusammenhängender als Bancazinn; schwedisches Kupfer $\frac{1054}{25} = 42\frac{4}{15}$ mal stärker zusammenhängend, als englisches Blei, u. s. w.

Das Resultat seiner Versuche mit Holz-Stäbchen (Pararellopipeden), die 0,27 rhein. Zolle ins Gevierte hielten, war wie folgt:

Buchenholz (und Eschenholz) zerrifs von	1250 Pf.
Eichenholz - - - - -	1150 —
Erlenholz - - - - -	1000 —
Ulmenholz - - - - -	950 —
Tannenholz - - - - -	600 —
Fichtenholz - - - - -	550 —

Diesemnach verhielt sich die Cohärenz des Eichenholzes zu der des Tannenholzes wie 1150 : 600 = 115 : 60 = 25 : 12, u. s. w.

*) Guyton's Versuche geben die Reihe der Metalle in Hinsicht ihrer Cohärenz so an:

Eisen,
Kupfer,
Platin,
Silber,

Zinn, - - -
Zink, - - -
Blei. - - -

**) Eine Menge Versuche dieser Art wurden jüngst (1818.) von den philos. Transact. mitgetheilt: George Rennie hat sie angestellt. Es rissen Stäbe von 1/4 Zoll Quadrat und bei 6 Zoll Länge:

gegossen Eisen	von 1193 Pf. engl. Gew.
Gufsstahl - - -	8391
gehammerter Stahl (Blister)	8322
Schwed. Eisen (geham.) -	4504
Engl. Eisen (geham.) - -	4492
geschlagenes Kupfer - -	2212
gegossenes Kupfer - - -	1192
feiner Messing - - - -	1123
gegossen Zinn - - - -	296
gegossen Blei. - - - -	114.

Der Cohärenzwiderstand richtet sich daher nicht nach der Dichtigkeit. Eisen ist durchweg das cohärenteste Metall. — Da Eisen zu allen Schneid-Werkzeugen, zu Wagen und Pflug, und bei allen gröfsern Maschinerien gebraucht wird; so leuchtet daraus, dafs das Eisen das cohärenteste und zugleich das reichlichste vorhandene Metall ist, die wohlthätige Vorsehung des gütigen Schöpfers glänzendst hervor.

**) Muschenbroek und Achard stellten Versuche mit Metallgemischen an, und bestimmten auf dieselbe Weise die Gröfse ihrer Cohärenz. — Nebst Muschenbroek und Achard experimentirten mit Holzarten Parent, Belidor, Buffon u. a.

Nördlich gewachsenes Holz findet man cohärenter als das in Süden gewachsene; so sind auch die in Norden gefundenen Metalle in Vergleich mit dem südlichen im stärkern Zusammenhange (45.).

47.

Muschenbroek machte eine mechanische Vorrichtung, wobei durch Hebelkraft auf die Längen verschiedener Körper gewirkt ward. Dieselben beweisen aber nicht, was Manche daraus schlofsen; denn die Theile der Körper lassen sich immer etwas verschieben, sonach etwas strecken (38.). Die durch Gewichte gezogenen Längen reifsen daher nicht bei derselben Dicke. Indefs haben Versuche dieser Art immer ihren Nutzen für das gemeine Leben. Die Versuche wurden angestellt mit Seilen, Schnüren, Tüchern, Fellen, Saiten, Knochen und Gläsern. — Stricke von derselben Dicke sind desto stärker, je feiner die Fäden sind, aus denen sie bestehen, und nicht zu sehr gedreht sind. Die Seile (Stricke) sollen durch Drehung nicht über 1 Fünftel abgekürzt werden. Eine geflochtene Schnur hat stärkern Zusammenhang als unter gleichen Umständen eine gedrehte, u. s. w.

*) Die Schnüre aus Seiden sind wegen der Feinheit ihrer Fäden (wegen Menge der Berührungen) die stärksten.

48.

Bei den Versuchen, die Cohärenz durch Zerbrechen (die respective Cohärenz) zu bestimmen, wird so verfahren. Man legt den länglich-

ten Körper (einen Stab, Balken etc.) in eine horizontale Lage, und läfst das Gewicht, das ihn brechen soll, senkrecht auf seine Länge wirken. Es sind dabei folgende Abänderungen zu treffen. Der Stab, der Balke etc. kann an einem Ende befestigt werden, oder er wird an beiden Enden befestigt, oder an beiden Enden auf einen Untersatz gelegt. Das Gewicht äufsert seine stärkste Kraft, wenn dasselbe zu äufserst; in den andern beiden Fällen, wenn es in der Mitte aufliegt (wenn die Kraft in der gröfsten Entfernung vom Ruhepunct wirkt).

*) Die Stäbe, Balken etc. biegen sich allemal zuvor, ehe sie brechen. Die Beugung (Krümmung) geschieht auch allmählich; das Brechen erfolgt oft erst späte, nämlich bei der gröfsten Krümmung, deren sie fähig sind.

49.

Tritt der Fall ein, dafs der Stab, Balke etc. AB. nur an einem Ende befestigt ist (Fig. 2. T. 1.), und das Gewicht zn äufserst bei B angebracht wird: so leistet er der trennenden Gewalt den geringsten Widerstand. Denn das Gewicht wirkt mit Hebelkraft auf die zusammenhängenden Theile, deren verbundene Reihe nur an einem Ende unterstützt ist, die mit der Entfernung vom Unterstützungspuncte stets wächst. — Ist derselbe Stab, Balke etc. an beiden Enden A und B fest gemacht oder unterstützt (Fig. 3. T. 1.): so wirkt die aufliegende Last in der halben Entfernung vom Ruhepunct; defswegen mufs das Gewicht schon noch so grofs sein, um den Stab, den Balken etc. zu brechen.

*) Das Brechen des Stabes oder Balkens erfolgt auch wirklich im ersten Falle allemal nahe am Untersatze; im zweiten Falle in der Mitte. In grofsen Zimmern, (Sälen) sind demnach Sachen vom grofsen Gewichte nahe an die Mauer (zunächst an die Unterstützung) zu stellen, u. s. w.

**) Wird ein Stab, Balke etc. schief z. B. in eine Mauer a c eingesetzt, so kann er der brechenden Last mehr widerstehen als in horizontaler Lage; denn die Entfernung derselben vom Ruhepuncte ist kleiner als die Balkenlänge etc. (Fig. 4. zur Erklärung.)

50.

Auf den Zusammenhang der Balken sonach auf ihre Festigkeit (24.) haben unter anderen grofsen Einflufs Breite und Dicke, Gestalt und Structur (Bildung und Gefüge der Theile).

51.

Ist die Breite (die transversale Dimension der Horizontalfläche) von einem Balken doppelt so grofs als bei einem andern: so trägt er (bei übrigen Gleichheit) doppelt so viel Gewicht ohne zu brechen, widersteht daher in diesem Falle mit doppelter, und dann überhaupt mit so vielfacher Kraft, als vielmale breiter er ist, (es wächst nämlich die Zahl der zusammenhängenden Theile, wie die Breite). Sind bei zweien Stäben, Balken etc. Länge und Breite gleich; so wird der doppelt dickere viermal mehr tragen (viermal gröfsern Cohärenzwiderstand leisten, (denn in diesem Verhältnifs wächst die Menge der Theilchen, welche die Cohärenz anstreben). Ein Balke von dreifacher

Dicke widersteht mit einer neunfachen, der von vierfacher mit sechszehnfacher Kraft. Nehmen wir nun alles zusammen, und nennen den respectiven Cohärenzwiderstand eines Stabes, Balkens etc. R, die Breite B, die Dicke D, und die Länge L: so ist $R = \frac{BD^2}{L}$ d. i. der Widerstand der Cohärenz eines Stabes, Balkens etc. (seine Festigkeit) steht in einem zusammengesetzten Verhältniſs, gerade wie seine Breite in das Quadrat der Dicke, und verkehrt wie seine Länge (Galilei, Buffon etc.)

*) Ein Balke besteht aus gewichtigen Theilen, die in ihrer Entfernung vom Ruhepunct mit Hebelkraft wirken. Es kann daher ein Balke durch sein eigenes Gewicht brechen, wenn er bedeutend lang ist. Darauf stützt sich zum Theile die Erfahrung, daſs auch die Gestalt (Form) eines Balkens seine Festigkeit alterire.

52.

Versucht man ein vierseitiges Prisma und einen Cylinder von derselben Länge und von demselben Durchmesser zu brechen: so zeigt sich, daſs das Prisma früher als der Cylinder breche. Wenn ein länglichter Körper immer dünner wird, z. B. conisch ausläuft, und mit seinem dickern Ende z. B. in einer Mauer befestigt wird, so bricht er nicht so frühe als ein anderer, der durchgängig dieselbe Dicke hat (im ersten Falle wird das eigne Gewicht des Körpers mit der Entfernung immer kleiner, und dann sind mehrere Theile unterstützend als im zweiten Falle).

*) Da von der Bildung und dem Gefüge der Theile eines Körpers die Gröſse seiner Cohärenz ab-

hängig ist: so erhellet, dafs auch auf das Gefüge des Holzes Rücksicht zu nehmen sei; z. B. ein astiger Balke, ein Holz, das im Saft gehauen worden, ein anderes, das schon 2 bis 3 Jahre trocken gelegen, ein mehr nördlich oder südlich gewachsenes u. s. w. mufs Unterschiede in der Festigkeit zeigen, u. s. w.

**) Versuche über die respective Cohärenz der Balken sind hauptsächlich für die Baukunst wichtig. Um dieselbe haben sich in dieser Beziehung unter anderen Buffon, Girard und Eitelwein verdient gemacht. Dieselben nahmen Rücksicht nicht nur auf die Beschaffenheit des Holzes, sondern auch auf die Beugung, und auf die Zeit, welche hindurch die Belastung gewirkt hat. Nach Muschenbroeks Versuchen wurden Stäbchen, wovon jede Seite 0,27 rheinl. Zoll halte, im Abstande des Gewichtes = 10 Zoll von der Ebene des Bruches,

aus	Buchholz zerbrochen	von	56 1/2	Unzen,
-	Eichenholz	-	48	-
-	Erlenholz	-	48	-
-	Ulmenholz	-	44	-
-	Fichtenholz	-	40	-
-	Tannenholz	-	36 1/2	-

53.

Betrachten wir eine Säule von Stein gebaut: so werden die untern Theile dieser Säule vom Gewichte der aufliegenden, also von ihrer eigenen Last gedrückt. Ist daher in ihrer Höhe nicht Mafs

gehalten: so krümmt sich die Säule unter ihrer eigenen Last. Was von einer Säule gesagt worden, gilt von einer Reihe zusammenhängender Säulen, oder von einer Mauer. Die zu hoch geführten Mauern bekommen durch das Gewicht eigener Masse gedrückt bald Risse. Nämlich die rückwirkende Cohärenz unterliegt der drückenden Gewalt.

*) Da die Steinmassen aus einem Stücke stärker cohäriren, als die durch Cement verbundenen kleinern: so leistet eine Steinmasse aus Einem Stück (alles übrige gleich gesetzt) weit mehr Widerstand, als die aus mehrern Stücken zusammen gefügte. Es lehrt auch die Erfahrung, dafs eine Mauer um so dauerhafter ist, als gröfser die Steine sind, aus welchen sie aufgeführt worden. Die Alten nahmen darauf kluge Rücksicht: daher auch die Dauerhaftigkeit ihrer Werke.

**) Ueber die rückwirkende Cohärenz hat ebenfalls Muschenbroek schätzbare Versuche mit Säulen aus verschiedenem Holze angestellt. Desgleichen Eitelwein u. a., welche samt und sonders bestätigen, was N. 82. * bemerkt worden.

Adhäsion.

54.

Gleichwie die dynamisch entgegen gesetzten Puncte der materiellen Dinge nach Vereinigung streben, und das

Phänomen der Cohärenz darstellen; so streben auch die Flächen abgesonderter Körper, welche dynamische Gegensätze bilden, nach Vereinigung, und weisen eine Erscheinung, die wir durch „Adhäsion" bezeichnen. „Adhäsion" ist uns daher das Anhaften materieller Substanzen an ihren Oberflächen.

Es können die Starren und die Flüssigen an ihren Oberflächen an einander haften; auch können Flüssige an die Flächen der Starren und Starre an Flüssige adhäriren, wenn sich nämlich Gegensätze einander berühren, denn diese streben unter der Bedingung einer wechselweisen Berührung nothwendig Vereinigung an (allg. Dyn. 69.). Die Erfahrung zeigt auch in den Erscheinungen die Wirklichkeit solcher Adhäsionen.

55.

Werden zwei Tafeln, die rein und eben sind, an einander gedrückt, so haften sie so an einander, daſs es eine gewisse Gewalt braucht, sie zu trennen. Dieselbe Erfahrung macht man bei Platten aus Metall und harten Steinen. Je feiner die Politur der Flächen ist, desto stärker adhäriren sie an einander.

*) Man kann das Anhaften zweier glatten Flächen nicht dem Drucke der Luft allein zuschreiben; denn dergleichen Tafeln bleiben auch unter einem luftleeren Recipienten in Verbindung.

56.

Zerstöſst man Marmor, Kiesel oder einen andern Stein zu Staub, und bepudert mit demselben Flä-

chen aus Glas, Metall, Holz etc., so haftet der Staub an. Der Staub der Minen adhärirt gleichmäſsig den Flächen. Deſsgleichen Berlappsame, Mehl etc.

*) Die Staubtheilchen können zwar sich zum Theile zwischen die Asperitäten, die auch in polirten Flächen zurück bleiben, einsenken, und wie von feinen Häckchen angehalten werden; doch läſst sich dieses in der Erfahrung nicht nachweisen. Ihre zarten Flächen bilden mit denen des Glases, Metalls, Steines etc. Gegensätze (22. *), und haften dann mit ihren Oberflächen an, so stark, daſs man einige nicht einmal mit dem Blasebalg von den Flächen wegstossen kann.

57.

Wird ein Tropfen Wasser auf einer Fläche Quecksilber gelegt: so zerflieſst er, das heiſst, er bildet eine Fläche, die sich mit der Fläche des Quecksilbers in Verbindung setzt. Das Zerflieſsen eines Tropfen ist „Phänomen der Adhäsion."

58.

Carradori hat, so viel ich weiſs, am ersten bemerkt, daſs Oeltropfen auf einer Wasserfläche zerflieſsen; er hat auch das Phänomen zum Unterschiede von Cohärenz „Adhäsion" bezeichnet, ob ihm gleich der Grund derselben verborgen geblieben. Die Experimente lassen sich ins Weite führen, und sind sehr reizend. Indeſs macht der Geruch mancher Oele und das scharfe Sehen auf die Wasserfläche von der Seite her die Versuche beschwerlich. Hier nur einige Experimente, welche da dienen zum

Erweise: dafs Oele auf den Flächen einiger Flüssigen zerfliefsen, und mit ihnen eine Flächen-Verbindung eingehen, (das Phänomen der Adhäsion darstellen — 54. —).

Bringt man mittelst eines kleinen silbernen Löffels einen Tropfen fettes Oel (Lein-, Oliven-, Mohn-, Mandel-Oel) auf eine ruhige Wasserfläche, welche sich in einem weiten Porzellan-Teller befindet: so breitet sich der Oeltropfe mit grofser Schnelligkeit über die Wasserfläche aus, und überzieht sie mit einem überaus feinen Häutchen (Schleier).

*) In kleinen Gefässen z. B. in Kelchgläschen erfolgt die Ausbreitung eines Oeltropfen nicht (oder schwer); denn das Wasser erhebt sich gegen die Wände des Glases, und widersteht dem Zerfliefsen.

59.

Wird auf das Oelhäutchen ein frischer Tropfe desselben Oels gebracht: so sinken seine Theile durch ihr eigenes Gewicht, und formen sich zu einer Kreisfläche ohne weitere Ausbreitung. Legt man dagegen einen Tropfen Terpentinöl auf den feinen Ueberzug: so hält er sich einen Augenblick in Kugelgestalt; aber dann bricht er die Oberfläche durch, und zerfliefst schnell über der Wasserfläche, die Oeltheilchen fortstossend. Wodurch die Oeltheilchen wieder in Wechselwirkung kommen, und sich einander suchend, Tropfengestalt anstreben. Denn die unzähligen am Rande des Tellers herumliegenden runden Oelflächen, sind nur gesunkene Tropfen.

*) Werden statt des Terpentinöls andere harzige Oele oder gummiresinöse Säfte an-

gewandt, und in Tropfen auf eine dünne über dem Wasser ausgebreitete Oelschichte gelegt: so ist der Erfolg derselbe.

**) Da das Zerfliefsen eines Tropfen Oels über einer Wasserfläche eine Erscheinung des Strebens zur Vereinigung ist, und nur dynamische Gegensätze sich zu vereinigen suchen (12.): so sind Oele und Wasser, ob sie gleich kein cubisches (chemisches) Verhältnifs (Affinität) zu einander haben, dennoch ihren Flächen nach einander entgegengesetzt, und suchen dann wechselweise sich flächlich zu verbinden. In dieser flächlichen Entgegensetzung finden sich wie bei allen dynamischen Verhältnissen auch Grade ein. Terpentin und harzige Oele sind einer Wasserfläche mehr entgegen gesetzt, als die fetten Oele. Selbst unter den Oelen streben einige bei der nämlichen Temperatur des Wassers mehr nach Verbindung mit denselben, als andere, z. B. Mandelöl zerfliefst schneller als Leinöl, Terpentinöl schneller als Wacholderöl. U. s. w.

***) Ein sehr kleiner Wassertropfe zerfliefst über einem Oelschleier, der auf einer Wasserfläche ausgebreitet ist; aber ein gröfserer durchbricht denselben, und geht im Wasser unter.

60.

Unter den ätherischen Oelen breitet sich Anisöl in einem Tropfen auf Wasser gelegt, über dessen Oberfläche schnell aus, und überzieht sie mit einem äusserst dünnen Häutchen. Nicht so Nel-

kenöl. Ein Tropfe desselben sinkt zwar zur runden Scheibe; zerplatzt aber hernach so, dafs dieselbe in viele Trümmerchen zerfällt, die sich zu neuen kleinen Scheiben bilden (Tropfengestalt anstreben), und ohne Ordnung von verschiedener Gröfse über dem Wasser schwimmen.

*) Es haben daher auch die ätherischen Oele mit dem Wasser ein ungleiches Flächen-Verhältnifs; Nelkenöl hat ein geringeres als Anisöl.

**) Auf warmem Wasser zerfliefst Oel wie auf temperirtem und kaltem. Das Häutchen zerbricht aber bald, und es entstehen unzählig viele kleine Oelkreise (niedergedrückte Tropfen). Das Streben der Oeltheilchen nach Kugelgestalt ist daher gröfser, als jener zwischen dem Oel und warmen Wasserflächen.

61.

Giefst man einen Tropfen Wacholderöl über eine Oelschichte von Terpentin, die über dem Wasser liegt: so erscheint er einen Augenblick als ein glänzendes Kügelchen; drückt aber dann das dünne Häutchen durch, und zerfliefst auf dem Wasser, die Terpentin-Theilchen von der Stelle treibend. Aber hierauf erfolgt eine rege Bewegung unter den Oelen. Dieselben kämpfen um den Besitz der Wasserflächen. —

62.

Ich wiederholte die Versuche mit Wein, Essig, Weingeist und Holzaschen Lauge. Auf Wein (Frankenwein) zerfliefst Leinöl langsam, in einen zar-

ten Schleier, nicht aber Mandelöl. Auf Weinessig verbreitet sich ebenmäſsig langsam Leinöl, nicht Mandelöl. Aetherische Oele ergieſsen sich weder über eine Wein- noch eine Essig-Fläche. — Auf Weingeist zerflieſst gar kein Oel; die Tropfen fetter Oele schwimmen auf demselben, die ätherischen sinken bis auf den Boden des Gefässes. Bloſs Nelkenöl fand ich auf dem Boden zergehend.

*) Die Versuche mit Lauge (temperirter und heisser) sind in vielen Hinsichten auffallend und sehr instructiv. Ich führe nur ein paar Experimente an, welche die Adhäsion der Oele an den Flächen der Tropfbarflüssigen bestätigen.

63.

Ich goſs auf eine Lauge, die eine Temperatur von + 11° Reaum. Scale hatte, einen Tropfen Terpentinöl. Ein kleiner Theil desselben zerfloſs; die übrige Masse aber fiel zu Boden, und setzte sich mit der Lauge langsam in stossenden Wellen in Verbindung. Die Wellen spielen in den schönsten Regenbogenfarben. Nach eingetretener Ruhe bleibt in der Mitte ein vielfarbiger Fleck, während sich an den Gränzen des Wassers im Teller flammende Strahlen von glänzensten Farben bilden. Der flammende Kranz ist Zoll breit; die in Winkeln schief auslaufenden Strahlen sind von unten herauf in der Ordnung gefärbt: violet, blau, gelb, roth, grün. Nach einigen Minuten setzt sich das Oel mit der Lauge immer mehr nach der Tiefe in Verbindung; die Farben werden matt und irregulär gestaltet, und verschwinden endlich gar.

*) Nebenbei entstehen milchweisse kleine Flächen, die sich nach und nach gänzlich runden.

**) Die verschiedenen schönen Farben, welche bei diesen und bei ähnlichen Versuchen vielfältig vorkommen, mögen einen Mathematiker veranlassen, die Dicke der Oelhäutchen (Lamellen) nach der Regel Newtons durch Rechnung zu bestimmen.

64.

Wird ein Tropfe Leinöl über die Lauge gegossen: so zerfliefst er langsam, und überzieht die Fläche derselben mit einem dünnen Häutchen, das aber bald zerreifst, und kleine getrennte Spiegelchen darstellt. Giefst man nun einen Tropfen Terpentinöl hinzu, so zerfliefst er schnell in eine irreguläre Figur, und zwar unter den seltsamsten Bewegungen, die eine Weile andauern. Nachdem Ruhe der Theile eingetreten: so zieht sich die irreguläre Figur immer mehr zusammen, nimmt Milchfarbe an, und gestaltet sich in einen runden (Leibartigen) Körper, der zähe, und eine Linie breit, und 1/2 Linie dick ist.

*) Dieser milchfarbige Körper löset sich in Wasser auf, und erweiset sich als eine wahre Seife, die vornehmlich aus Verbindung des Alkali mit Terpentinöl entsteht; denn der Geruch desselben geht stark aus ihm hervor; und bei Auflösung des Körperchens im Wasser, wird Terpentinöl frei. — Hier liegt ein lehrreiches Beispiel vor Augen vom Uebergange der flächlichen Gegensätze in die cubischen (chemischen). Die Bewegung der Theilchen, die man bei diesem Experimente wahrnimmt, ist nur Ausdruck des wechselweisen Strebens der Gegensätze zu einer körperlichen Vereinigung; und

das Zusammengehen der ganzen Figur in eine rundliche Masse ist Erscheinung des Strebens der Flüssigen, (denen auch die zähen beizuzählen sind) nach Kugelgestalt.

**) Wird zum Versuche heisse Lauge gebraucht: so entstehen durch Beimischung eines Tropfen Terpentinöls heftige Bewegungen der Theile, und die schnell erzeugte Seife wird unter kleinen milchweissen Scheibchen nach allen Richtungen geschleudert.

***) Die Stärke der Lauge, die Temperatur derselben und ihre Tiefe im Teller etc. bringen in den Erscheinungen mancherlei Aenderungen hervor. Bestimmungen dieser Art sind aber einer eigenen Abhandlung aufgespart, in der dieser reiche und noch wenig bearbeitete Gegenstand weiter entwickelt, und die fruchtbare Anwendung desselben ausführlich gezeigt werden wird (wenn Gott Leben und Kraft verleiht!).

65.

Taucht man einen Finger in das Wasser oder eine Goldmünze in Quecksilber: so kommt der Finger aus dem Wasser nafs, und das Gold aus Quecksilber weifs (mit Quecksilber überzogen) heraus. Wird der Finger mit Fett bestrichen in das Wasser, oder ein Stäbchen aus Eisen, Kupfer etc. in Quecksilber getaucht: so hängt sich das Wasser nicht an den Finger, und das Quecksilber nicht an das Stäbchen an.

*) Nämlich Wasser zerfliefst auf der Oberfläche des Fingers, und Quecksilber auf der Gold-

münze, und so verbinden sich zwei Flächen, die eines Starren und die eines Flüssigen. Wir finden daher hier nur wieder das Phänomen des Anhaftens (der Adhäsion), das dem Vorhergehenden zufolge nichts anders ist, als die Erscheinung des wechselweisen Strebens zweier Flächen, die Gegensätze bilden, zur Vereinigung. — Fettige Körper sind nicht in dem Grade dem Wasser entgegen gesetzt, daſs die Vereinigung statt fände. So findet sich auch zwischen Quecksilber und Eisen, Kupfer etc. kein Gegensatz. — Auf trockene Pflanzen zerflieſst Wasser auch nicht. Wird z. B. Berlappsame (semen Lycopodii) auf Wasser gestreut, so kann man die Finger, die ganze Hand untertauchen, und wieder trocken herausnehmen, weil sich der staubartige Same an die Finger und Hand legt, und ihre Berührung vom Wasser abhält, u. s. w.

**) Das Bemalen, Färben, Schreiben, Drucken u. s. w. sind physisch betrachtet „Adhäsionsphänomene."

***) Vom Anhangen des Wassers an Seilen hat Vera zur Hebung desselben eine Anwendung vorgeschlagen, die als Experiment einem phys. Kabinete wohl anstehen mag; aber schwerlich im gemeinen Leben einen Brauch gewinnen wird.

66.

Die Luft umgiebt und berührt alle Körper, und adhärirt wirklich an ihren Oberflächen; denn werden Körper (Metall, Stein, Holz etc.) ins Wasser

gesenkt: so zeigt sich an ihren Oberflächen eine Menge Luftbläschen, die nur häufiger und gröſser sind, wenn der Berührungen mehrere (die Körperflächen rauher) sind. Auf gleiche Weise haftet die Luft an Quecksilber, welches unter dem Recipienten einer Luftpumpe sichtbar wird.

*) Die Luft steht daher mit den Körperflächen und mit Quecksilber in einem Gegensatze.

67.

Bedeutsam regnen die Wolke runde Tropfen! — Das Experiment sucht die Natur nachzuahmen, wenn man Wasser oder Quecksilber von einer Höhe herabfallen läſst: so zertheilt sich Wasser und Quecksilber in sphärische Tropfen. Auch geschmolzene Metalle zeigen den nämlichen Erfolg. Die englischen Schrotgieſsereien machen hievon Gebrauch. Man läſst nämlich in einem eigens dazu gebauten Thurme von 100 bis 150 Fuſs geschmolzenes Blei herabfallen, wodurch es in Tropfen zerfällt, die vollkommen rund sind, und erstarrt das Schrot geben. Die Flüssigen streben demnach durchweg nach der Kugelgestalt, wie dieses noch in der Folge die Induction bewähren wird.

Die kugelrunde Gestalt der Wasser- und Quecksilber-Tropfen kann schön dargestellt werden, wenn man einen Tropfen Wasser auf eine mit Berlappsamen bepuderte Fläche von Glas, Metall etc. oder einen Tropfen Quecksilber auf Holz, Stein etc. legt. Die Tropfen zeigen sich vollkommen kugelförmig.

Bringt man einen Wasser-Tropfen hingegen

auf eine reine Glas-, Metall-, Holz etc. Fläche, so zerfliefst er (nimmt eine Flächengestalt an), und setzt sich mit der Glas-, Metall-, Holz etc. Fläche in Verbindung. Auf gleiche Weise zerfliefst ein Quecksilber-Tropfe auf einer Goldmünze.

*) Die Kugelgestalt der Tropfbarflüssigen ist die Erscheinung des Strebens aller ihrer Theile nach dem möglichst kleinen Raum. Alle Theile z. B. eines Tropfens suchen einander, und kommen dann nur zur Ruhe, wenn sich dieselben einander am nächsten sind, sonach die äussersten Theile ihrer Oberfläche von einem gemeinschaftlichen Mittelpuncte gleich weit abstehen: sonach die Gesamtheit der Theile Kugelgestalt haben. Zwar erscheint die Kugelform der Flüssigen blofs in Tropfen; aber nur darum, weil eine gröfsere Masse durch ihre Schwere, gegen die Erde getrieben, und sonach als grofser Tropfe platt gedrückt wird. — Es herrscht also in den Flüssigen eine eigene, bisher nicht genug erkannte Kraft, „die Kraft ihre Theile in Eins zu verbinden, mithin in einen gemeinsamen Mittelpunct zu vereinen.“ Dieselbe ist daher eine „synthesirende (bindende) Kraft,“ welche alle Gegensätze, die auch in den Theilen gleichartiger Dinge herrscht, in eine Einheit zu bringen strebt (allg. Dyn. 43.). Zerfliefst demnach ein Tropfe über einer Fläche: so mufs die Flächenkraft, welche durch die Berührung bedingt ist (allg. Dyn. 69.), gröfser seyn, als das Streben nach Kugelgestalt, wodurch dann

dieses überwältigt wird, und die Theile des Flüssigen mit der Fläche durch wechselweises Zusammenstreben in Vereinigung treten, einander anhaften.

68.

Das Phänomen der Adhäsion erscheint vorzüglich mannigfaltig und lehrreich in den sogenannten „Haarröhrchen" (tubi capillares). Enge Röhren, ob sie gleich nicht haardünne sind, heissen Haarröhrchen (Capillargefäfse). Berührt man mit einem Haarröhrchen, das unten und oben offen ist, einen Tropfen Wasser, so zieht er sich mit Schnelligkeit in dasselbe hinein, oder: taucht man ein Haarröhrchen in ruhig stehendes Wasser, dessen Oberfläche horizontal eben ist, senkrecht ein, so steigt 1) das Wasser sogleich im Innern der Röhre, und hält sich über dem Niveau des Wassers (über dem Wasserspiegel). 2) Die Höhe des eingesogenen Wassers ist desto gröfser, je enger die Röhre ist, und steht genau im umgekehrten Verhältnifs mit dem Durchmesser der Röhre. 3) Ist die Röhre so kurz, dafs sie die gewöhnliche Menge Wasser nicht fassen kann; so läuft es nicht über. 4) Die Dicke des Glases und seine Länge ändert nichts. 5) Das Ansteigen des Wassers in den Haarröhrchen folgt auch im luftleeren Raume. 5) Die Menge Wasser, welches sich in ein Haarröhrchen zieht, beträgt auch bei seiner Einsenkung in eine Wassermasse nicht mehr als einen Tropfen.

*) Wird mit derselben Glasröhre der Versuch bei verschiedenen Flüssigen gemacht: so heben sich dieselben nicht zu gleicher

Höhe. Z. B. in Röhren von holländischem Fläschenglase stiegen nach den Beobachtungen Muschenbroeks:

Kohlensaurer Salmiakgeist auf	4,56	rheinl.	Zoll
ätzender Salmiakgeist - -	3,60	—	—
destillirtes Wasser - -	3,40	—	—
Vitriolgeist - - - -	3,25	—	—
Terpentinöl - - - -	3,58	—	—
Salpetergeist - - -	2,07	—	—
Alkohol - - - -	1,80	—	—
Liquor anodynus - - -	1,40	—	—
Vitriolöl - - - -	1,30	—	—

**) Braucht man bei denselben Flüssigen Röhrchen aus verschiedenen Materien: so sind die Höhen derselben auch ungleich.

69.

Die Erscheinungen bei den Haarröhrchen sind eigentlich die des Zerfliessens eines Tropfen auf einer Körperfläche (67.), und sonach wie dieses zu erklären. Wenn das wechselweise Streben des Flüssigen und der Fläche eines Haarröhrchens zur Vereinigung so grofs ist, dafs von demselben die synthesirende Kraft, die im Tropfen herrscht, und überdiefs noch die Schwere derselben überwältigt wird: so müssen seine Theile auf der innern Fläche der Röhre zerfliessen, mithin in derselben sich nach oben bewegen, und die Erscheinung vom Steigen des Flüssigen in denselben geben.

Daraus sind auch die besondern Phänomene der Haarröhrchen zu verstehen. 1) Es heben sich die Flüssigen nur in solchen Röhren, deren innere Fläche ihnen dynamisch entgegengesetzt

sind: mithin geht Wasser in keine Röhre ein, die innerhalb fett gemacht ist.

2) Es kann nur ein Tropfe gehoben werden, weil der Widerstand aus dem Streben zur Kugelgestalt und der Schwere eines Tropfen schon dem wechselsweisen Vereinigungs-Streben gleich kommt.

3) Da das dynamische Verhältniſs verschiedener Flüssigen zu derselben Materie, oder desselben Flüssigen zu verschiedenen Materien verschieden ist: so muſs eine Ungleichheit in den Höhen entstehen.

4) Das Flüssige, welches der Materie, woraus das Haarröhrchen besteht, adhärirt, bildet in demselben eine Säule, in deren Mitte die gröſsere Masse (das gröſste Gewicht) ist, mithin dem Adhäsionsstreben der gröſste Widerstand geschieht: es kann daher die Oberfläche des Flüssigen in der Röhre nicht horizontal sein, sondern eine Höhlung bilden, welche einer Halbkugel sehr nahe kommt.

5) Ist die Röhre so kurz, daſs sie keinen Tropfen faſst, so flieſst dasselbe nicht über; denn wo keine Materie ist, kann kein Zerfliessen des Flüssigen statt haben.

6) Da ein Tropfe Wasser auf einer groſsen Tafel nicht mehr zerflieſst, als auf einer kleinen: so kann auch die Länge der Röhrchen in den Erscheinungen nichts ändern (wo keine Berührung ist, kann keine Wirkung statt finden).

*) Von Arnim stellte die Behauptung auf: daſs die Länge der Haarröhrchen auf die Höhe des Flüssigen in denselben, Einfluſs habe. Allein Haellstroem zeigte, daſs die Verschiedenheit in den Resultaten der Versuche

blofs **zufällig** sei, und von der **Behandlung der Röhrchen** bei ihrer Abkürzung oder Ausleerung abhange. Seine Experimente mit reinen, trocknen Röhren von weifsem Glase, die an beiden Enden offen waren, und einen innern Durchmesser von 0,2 schwed. Linien hatten, gaben in Wasser von der Temperatur = + 18° Celsiusschen Thermometers senkrecht getaucht, bei **veränderter Länge dieselben Höhen** (denn die Unterschiede in **Zehntheilchen** sind hei dergleichen Versuchen wohl nicht in Anschlag zu bringen).

) **Die Höhe des Flüssigen im verkehrten Verhältnifs der Durchmesser ist so zu erläutern. Die erfüllten Räume zweier Cylinder von gleicher Höhe und ungleichen Grundflächen verhalten sich wie die Quadrate ihrer Durchmesser, oder wie ihre Grundflächen. Setzen wir daher ein Haarröhrchen noch so weit als das andere: so werden sich die Räume bei gleichen Säulen verhalten wie 4 : 1. Das Flüssige wird also in der doppelt so weiten Röhre ein viermal grösseres Gewicht haben, und könnte daher mit dem Wasser in der engern Röhre nur im Gleichgewichte seyn, wenn es viermal niedriger stände. Allein bei einer doppelt weitern Röhre finden sich noch so viele Berührungspuncte (wechselweise sich einander suchende Theile). Es mufs also das Flüssige in dieser Beziehung im doppelt weitern Röhrchen zweimal höher stehen, als im engern. Die Höhen der Flüssigen in Haarröhrchen müssen daher aus einem zusammengesetzten Verhältnifs beurtheilt

werden, aus dem geraden des Durchmessers und aus dem verkehrten der Quadrate des Durchmessers. Setzen wir demnach den Durchmesser des einen Haarröhrchens A = 1 und den des andern B = 2: so ist

1) die Höhe in A zur Höhe in B = 4 : 1.

2) die Höhe in A zur Höhe in B = 1 : 2;

folglich wegen des zusammengesetzten Verhältnisses die Höhe in A zur Höhe in B = 4 : 2 = 2 : 1; also umgekehrt wie der Durchmesser.

70.

Wird ein Haarröhrchen in ein Flüssiges gesenkt, welches ihm nicht adhärirt, z. B. ein Röhrchen aus Glas in Quecksilber: so hebt sich dieses zwar nach hydrostatischen Gesetzen durch den Druck; steigt aber nicht über die horizontale Linie, sondern sinkt vielmehr ein wenig, und bildet eine convexe Oberfläche. Das Quecksilber hat nämlich mit der Glasfläche keinen dynamischen Gegensatz: es ist daher das Streben seiner Theile nach der Kugelgestalt (das synthesirende) größer als das sich mit der Oberfläche des Glases zu vereinen. Daher dann die convexe Gestalt des Quecksilbers im Haarröhrchen, seine Entfernung vom Glase und sein etwas tieferer Stand in demselben.

*) Aus demselben Grunde ersieht man: warum Wasser durch einen Flor fließe, nicht aber Quecksilber: warum sich das Wasser an den Wänden der Glasgefässe erhebe, in der Mitte dann eine Cavität bilde, u. s. w.

**) Nach Casbois soll Quecksilber in sehr trocknem Glase sich wie ein anderes Flüssige empor heben. Allein wiederholte Versuche, welche Milton sorgfältigst angestellt hat, wiesen das Gegentheil.

71.

Indem alle Körper aus Erstarrung der Flüssigen entstehen, und sonach eine zelligte Textur haben (19.), so kommen die Zellen (pori) vielfältig in solche Gemeinschaft, daſs sie Canälchen bilden, die in verschiedenen Windungen hinlaufen, und sonach wegen ihres kleinen Durchmessers wie Haarröhrchen wirken. Deſswegen sehen wir Oel in dem Dochte der Lampen, und das geschmolzene Wachs, Talg u. s. w. in den Dochten der Kerzen aufsteigen. Pigmente in die Gewebe von Zeugen einsinken u. d. gl.

*) Das Eindringen des Wassers oder der feuchten Dünste in die Zwischenräume der Körper bringt auch mancherlei Veränderungen in denselben hervor. Z. B. Fässer, die durch Trockniſs lose geworden, schwellen durch eingesogenes Wasser wieder an, daſs sich die Spalten und Oeffnungen schlieſsen etc. Papier durch Wasser befeuchtet, dehnt sich nach allen Richtungen aus, und nimmt hernach trocken wieder seine vorige Gröſse an: daher die Anwendung dieser Erscheinung auf Spannung aufgeleimten Zeichnungspapiers, der Kupferstiche etc. Thiersaiten werden durch Einsaugung der Wasserdünste dicker und kürzer, und weil sie aus Fäden bestehen, die spiralförmig liegen, drehen

sie sich auch und werden zu hygrometrischen Versuchen geschickt. Auf gleiche Weise erleiden eine Veränderung Fischbein, Haare, Federkielen, wenn sie feuchte Theile einziehen; dieselben verkürzen sich. Holz verquillt nach der Richtung, welche auf ihre Fibern senkrecht ist etc. Neue Tücher ziehen sich nach allen Richtungen zusammen und werden dichter, wenn man sie näſst; denn alle Fäden und Fasern desselben schwellen auf und drehen sich. In den abgetragenen Tüchern sind die Fäden schon faſericht aufgedreht und in ihrem Innern zerrissen, daſs die Zellen keine Röhrchen mehr bilden. U. s. w.

**) So gering das wechselweise Streben der festen und flüssigen Theilchen zur Vereinigung gesetzt werden mag, so wächst dasselbe doch im Verhältniſs der Menge strebender Theile an, und kann dann wegen der ungeheuren Zahl der Theilchen (21 **) auf die Körper, in die sie eindringen, eine groſse Gewalt ausüben. Das zeigt auch der Augenschein bei vielen Versuchen und Naturerscheinungen. Z. B. wird eine Schädelhöhle mit Linsen oder Erbsen gefüllt, und man macht diese naſs, so quillen sie auf, und treiben die Beine aus ihren Fugen. Macht man in eine steinerne Säule mit einem Meissel Einschnitte, schlägt dünne Keile aus wohlgetrocknetem Holze in dieselben ein, und begieſst sie von Zeit zu Zeit mit Wasser, so schwellen die Keile auf, und spalten den Stein. Der groſse Obelisk, 900,000 Pfund schwer, wurde, wie erzählt wird, unter Papst Sixtus

V. durch Seile auf sein Gestell gehoben, als die durch Austrocknung verlängerten Seile durch Nässung verdickt und abgekürzt worden. U. s. w.

72.

Mit den Erscheinungen der Haarröhrchen haben nachstehende Aehnlichkeit.

1. Wenn zwei Glasplatten senkrecht nahe an einander ins Wasser gestellt werden, so steigt das Wasser zwischen ihnen hinauf, und die Platten äussern ein Bestreben sich zu nähern. Dieselben nähern sich auch wirklich, wenn sie los gelassen werden. Das Wasser zerfliefst nämlich auf den beiden Flächen, und indem auf beiden Seiten das Wasser gehoben wird, fliefst es in der Mitte zusammen, wo denn die Glastafeln dem Zuge zu folgen streben.

2. Legt man zwei kleine hohle, mit Berlappsame bepuderte Wachskugeln auf eine Wasserfläche: so hängt das Wasser den Kugeln nicht an, sondern vertieft sich etwas rings um dieselben (Fig. 5. Taf. 1.). So lange die Entfernung der zwei Kugeln grofs ist, so bleibt das dazwischen liegende Wasser horizontal; jede Kugel wird von allen Seiten her gleich stark gedrückt, sie liegen daher ruhend auf dem Wasser. Bringt man die Kugeln einander nahe, dafs sich die Erhabenheiten a und b berühren, so ebenen sie sich plötzlich (fliefsen in einander). Der Druck von der entgegengesetzten Erhabenheit c und d ist nun prävalirend, und treibt die Kugeln zu einander. Dieselben hängen dann aus dem nämlichen Grunde auch zusammen, so, dafs eine angezogen, die andere nach sich zieht. Wird der Versuch mit Kugeln angestellt, an deren einer das Wasser anhaftet, nicht aber an der andern: so ergiebt sich

eine andere Erscheinung. Nähern sich z. B. eine bepuderte hohle Wachskugel und eine hölzerne, so senkt sich, wie vorhin das Wasser an der Wachskugel, hebt sich aber an der Kugel aus Holz. Kommen diese Kugeln einander nahe: so fliehen sie einander. Nämlich da wird der Druck des Wassers gegen den Theil b (Fig. 6.) der Wachskugel stärker als jener auf der entgegengesetzten Seite d. Die Wachskugel wird daher von der hölzernen Kugel abgestossen. — Die Erscheinungen im ersten und zweiten Versuche, nämlich das wechselweise Anziehen zweier kleiner Kugeln und dann das Abstoſsen, sind zunächst Wirkungen eines mechanischen Druckes, der durch die Adhäsion nur bedingt ist.

3. Wenn zwei reine Glastafeln unter einem spitzigen Winkel im Wasser stehen, oder in einem andern Flüssigen, das dem Glase adhärirt: so steigt dieses zwischen den Winkeln beider Tafeln empor, und bildet eine krumme (hyperbolische) Linie. Die beiden Tafeln geben nämlich in einem Winkel verbunden eine Art Haarröhrchens, welches die Flüssigen im umgekehrten Verhältniſs seiner Weite hebt (69.).

4. Wenn ein Wasserstrahl, der aus einer engen Röhre springt, mit einem hölzernen Stabe berührt wird: so legt sich das Wasser um den Stab herum, und fällt dann herab. Das Wasser strebt nämlich auf dem Stabe zu zerflieſsen, und nimmt dann von zweien Kräften getrieben, seine Richtung nach der Tangente, wo sich aber die Adhäsionskraft wieder erneuert, und das Wasser nach und nach um den Stab herum führt (Fig. 7. T. I. zur Erläuterung).

5. Gieſst man Wasser, Wein, Bier etc. aus einem cylindrischen Gefäſs etwas langsam, so fällt es

nicht in der Richtung der Schwere, sondern fliefst am Gefäfse herab. Hier stört die Adhäsionskraft die Richtung der Schwere. Man giebt daher den Gefäfsen Einschnitte, um die Berührungen des Flüssigen mit der Oberfläche des Gefäfses zu vermindern, und die Richtung der Schwere zu begünstigen.

73.

„Die Stärke der Adhäsion" haben Muschenbroek, v. Morveau. Achard, Huth u. a. versucht. Man hängt zu diesem Ende eine runde Scheibe von Spiegelglas, Stein, Holz u. d. gl., in dessen Mittelpunct ein Hacken angeküttet ist, mittelst eines Drathes an den Wagbalken (einer hydrostatischen Wage), so, dafs die Glasscheibe horizontal hängt, und mit einem Gegengewicht im Gleichgewichte steht. In einem eigens dazu verfertigten Gefäfs stellt man Wasser oder ein anderes Flüssiges unter die Scheibe, und läfst die Scheibe zur Fläche des Flüssigen herab, dafs sie mit ihr in Berührung kommt. Die Scheibe haftet nun an dem Flüssigen, und man kann sie nur durch Gegengewichte, die man auf die Schale des andern Wagbalkens auflegt, wieder losreifsen.

*) Bei Versuchen dieser Art ist darauf zu sehen, dafs man die Fläche des Körpers ganz eben und horizontal aufhänge; das Gewicht zum Trennen im Mittelpuncte der Schwere anbringe, und dasselbe auf die Wasserfläche senkrecht wirke; dafs sich durch schiefes Einsenken der Körperfläche in das Flüssige die Luftblasen (66.) zwischen denselben vermieden werden, und am Ende, wenn einmal die Platte

dem Losreifsen nahe ist, durch Auflegung sehr kleiner Gewichte aller Stofs auf dem Wagbalken verhindert werde. — Achard legte für diesen Fall kleine Stückchen Papier auf, die gleich schwer waren, und nur ein Viertelgran wogen.

74.

1. Werden die Versuche mit Scheiben von einem Spiegelglase, deren Durchmesser sich zu einander verhalten, wie 1, 2, 3, mithin deren Flächen wie 1^2, 2^2, 3^2 gesetzt sind, z. B. auf Wasser angestellt: so müssen auf der andern Schale der Wage im nämlichen Verhältnifs Gewichte aufgelegt werden, um sie loszureifsen.

2. Achard setzte eine gläserne Scheibe von $1\frac{1}{2}$ Zoll mit verschiedenen Flüssigen in Berührung, und fand die Stärke des Zusammenhanges wie folgt:

bei destillirtem Wasser - - -	=	364 Gran,
- höchst rectificirtem Weingeist -	=	216 —
Salmiakgeist - - - - - -	=	328 —
Zerflossenes Weinsteinsalz - -	=	420 —
Terpentinöl - - - - - -	=	240 —
Leinöl - - - - - - -	=	264 —

*) Die eigenthümlichen (specifischen) Gewichte dieser Flüssigen sind:

Wasser - - - -	=	1000,0
Weingeist - - -	=	842,0
Salmiakspiritus - -	=	1046,0
Weinsteinsalz, zerfl. -	=	1013,1
Terpentinöl - - -	=	881,5
Leinöl - - - - -	=	927,6

75.

3. Die Versuche erweiterte Achard (wie jüngst Link) dadurch, daſs er Scheiben aus verschiedenen Materien auf dasselbe Flüssige, und auf verschiedenes Flüssige anwandte. Nur einige Resultate hievon!

Spiegelglas hieng mit Wasser zusammen	=	91
Bergcrystall - - - - -	=	90
Dachschiefer - - - - -	=	101
Horn - - - - - -	=	84
Eisen - - - - - -	=	93
Kupfer - - - - - -	=	96 1/2
Zinn - - - - - -	=	94 1/2
Blei - - - - - -	=	100 1/4
Zink - - - - - -	=	96

Alabaster mit	Terpentinöl $52\frac{1}{2}$,	Mohnöl $58\frac{1}{2}$,	Leinöl $58\frac{3}{4}$
Gelbes Wachs	— — 64	— 71	— 70
Rothes Siegellack	— 60$\frac{1}{2}$	— 67	— 67
Elfenbein	— — 60	— 66	— $65\frac{1}{2}$
Messing	— — 65	— $71\frac{3}{4}$	— $71\frac{1}{2}$

*) Vergleicht man die vorgeführten Versuche: so ist es klar, daſs die Stärke der Adhäsion mit den specifischen Gewichten kein beständiges Verhältniſs habe, sondern das Gesetz gelte: Die Adhäsion steht in Hinsicht ihrer Stärke im zusammengesetzten Verhältniſs der Menge der Berührungen (74. 1.) und in der Gröſse der Gegensätze, die in Berührung kommen (74. 2. und 75.).

**) Prof. Hurth machte ähnliche Versuche mit verschiedenen Holzarten. Er bediente

sich der Würfel von einem rheinl. Cubikzoll; liefs vorher dieselbe 24 Stunden lang unter Wasser liegen, um sie mit feuchten Theilen zu sättigen, und das weitere Eindringen zu verhüten. Hierauf trocknete er die Würfel in der Luft, so dafs kein anhängendes Wasser auf ihrer Oberfläche sichtbar war. Das Wasser hatte eine Temperatur von 14 Gr. Reaumur. Scale; die Resultate waren.

Stärke der Adhäsion an einer Fläche eines Quadratzolls,

	gesägte Fläche,	gehobelte Fläche
Kienholz - -	56 Gr. - -	51 Gr.
Eichenholz - -	52 — - -	52 —
Elsenholz - -	53 — - -	53 —
Weifsbuchenholz	56 — - -	54 —
Pflaumenholz -	55 — - -	55 —
Birnbaumholz .	50 — - -	50 —
Nufsbaumholz -	53 — - -	53 —
Maulbeerholz -	54 — - -	53 —
Fliderholz -	53 — - -	52 —

Diesemnach ist die Stärke des Anhängens des Wassers an Holz auf ein Quadratschuh = 1 Pfund zu schätzen.

76.

Bei den vorhergehenden Versuchen wurde die feste Scheibe durchweg vom Flüssigen nafs losgerissen. Morveau experimentirte daher mit Quecksilber und verschiedenen Metallen, auf welchen das Quecksilber nicht zerfliefst. Er liefs runde Platten von gleicher Gröfse machen, die 1 Zoll Durchmesser

hatten, und beobachtete die Stärke, womit sie dem Quecksilber anhaften. Nämlich

Wismuth hieng an Quecksilber	- -	=	372 Gr.
Kupfer	- - - - - -	=	204 —
Spiefsglanzkönig	- - - - -	=	126 —
Eisen	- - - - - - -	=	115 —
Kobald	- - - - - - -	=	8 —

*) Das Anhaften stand auch hier nicht im Verhältnifs der Dichtigkeit (oder der eigenthümlichen Schwere). Die Stärke der Adhäsion ist nämlich lediglich nur in der Gröfse dynamischer Gegensätze zu suchen.

**) Bei Metallen, auf welchen das Quecksilber zerfliefst (sie überzieht), waren die Resultate folgende:

Gold hieng an mit der Kraft		=	446 Gr.
Silber	- - - -	=	449 —
Zinn	- - - - -	=	418 —
Blei	- - - - -	=	397 —

***) In das Gold dringt Quecksilber bald in die Tiefe; der Flächen-Versuch ist daher mit Gold zu beschleunigen.

77.

Hält man die vorhergehenden Versuche mit den frühern (N. 74. 75.) zusammen, so sehen wir den wichtigen Unterschied, dafs in jenen nicht wie in diesen das Flüssige die Metalle benetze. Gemeiniglich sehen die Naturforscher an der Nässe der losgerissenen Scheiben den Beweis für die Cohäsion der Wassertheile unter einander. Allein wie sollte sich Co-

häsion, welche Starrheit bewirkt, mit dem Zustande der Flüssigkeit vertragen? (24-27.). Wir haben in den Flüssigen als eine Wirklichkeit aufgefunden das Streben ihrer Theile in den möglichst kleinen Raum, oder nach der Kugelgestalt, eine synthesirende Kraft (67.): diese Kraft ist es also, welche der trennenden Gewalt einer Scheibe widersteht, diese Kraft ist reell und reicht völlig hin, das Phänomen zu erklären.

*) Da das Streben nach Kugelgestalt jedem Theilchen eines Flüssigen zukommt: so wirkt ein solches Streben im Verhältnifs der Menge der Theile: woraus erhellet, dafs auch in dieser Beziehung die Stärke der Adhäsion im Verhältnifs der Gröfse sich berührender Flächen stehe (74.).

78.

Einer besondern Erwähnung verdienen noch die Versuche, welche Muschenbroek mit Cylindern verschiedener Körper anstellte; denn sie sind „Adhäsions-Versuche". Die Cylinder hatten 1,916 rheinl. Zoll im Durchmesser; waren wohl zugeschliffen; wurden erwärmt und mit Rindtalg bestrichen. Nach ihrer Erkaltung hängte Muschenbroek den obern Theil an einem Hacken auf, und rifs den untern durch angehängte Gewichte los. Es wurde auch der Luftdruck in Anschlag gebracht, und = 41 Pfund gesetzt. Das Resultat der Versuche war: Cylinder von

Glas hiengen zusammen mit -	130 Pf.	— 41	=	89
Messing - - - - -	150 -	— 41	=	109
Kupfer - - - - - -	200 -	— 41	=	159

Silber - - - - -	125 Pf.	—	41	=	84
gehärteter Stahl - - -	225 -	—	41	=	184
weiches Eisen - - -	300 -	—	41	=	259
Zinn - - - - -	100 -	—	41	=	59
Blei - - - - -	275 -	—	41	=	231
Zink - - - - -	100 -	—	41	=	59
Wismuth - - - -	150 -	—	41	=	109
weiſser Marmor - - -	225 -	—	41	=	184
schwarzer Marmor - -	230 -	—	41	=	189
Elfenbein - - - -	108 -	—	41	=	67

*) Die getrennten Cylinder, zwischen welchen das Fett fest wurde, zeigen eine zarte Talgschichte: es wurde daher die Fettfläche, womit die Cylinder überzogen worden, und erstarrt sind, abgerissen auf die Weise, wie die Wasserschichte, welche die aufgesetzte Scheibe näſst (76.), nur war hier ein gröſserer Widerstand, der „Cohärenzwiderstand," zu überwinden. Uebrigens hafteten aber die Cylinder auch an der Fettschichte: es war daher auch das Verhältniſs dynamischer Gegensätze im Spiele, wodurch dann Verschiedenheit in der Gröſse der Adhäsion eingeführt ward, die sich nicht richtete, weder nach der Dichtigkeit, noch nach der Dehnbarkeit, noch nach einer andern Qualität der Körper.

**) Die Stärke des Widerstandes, welche zusammengepappte, geleimte, geküttete, gelöthete etc. Flächen einer äuſsern trennenden Gewalt entgegen setzen, ist aus demselben Grunde zu deuten. — Vergolden, Versilbern, Verzinnen, das Belegen

der Spiegelgläser mit Amalgama aus Quecksilber und Zinn etc. sind ähnliche Adhäsions-Phänomene.

79.

Zu den räthselhaften Erscheinungen, woraus man auch Grund zur Erklärung der Adhäsion des Wassers an feste Flächen zu holen gesucht hat, gehören folgende. Auf der Oberfläche des Wassers schwimmen kleine Körper, die gewichtiger sind als das Wasser, z. B. kleine Sandkörner, feine Metallfeile, sehr kleine Quecksilberkügelchen, eine sehr dünne Nähnadel, u. s. w. Von Rumford, Prof. Link u. a. meinten eine Art Haut oder Festigkeit an der Oberfläche des Wassers annehmen zu müssen, welche durch Cohärenz der Wassertheilchen dem Drucke aufliegender Körperchen widersteht. Allein das Dasein einer Wasserhaut oder eines festen Zustandes der obern Wasserschichte ist nicht erwiesen, zumal die feine Nadel z. B. nafs gemacht, sogleich untergeht. — Es ist das Streben der Wassertheilchen nach der Kugelgestalt, ein Streben in den möglichst kleinen Raum (eine synthesirende Kraft) aufser Zweifel gesetzt (67), und dieses Streben, diese Kraft, ist auch zureichend, die Erscheinungen zu erklären. Streben nämlich alle Theile des Wassers sich in einen Punct zu vereinen, demnach sich einander möglichst nahe zu kommen, und sich in eine Kugel zu formen: so braucht es von aufsen her immer eine Gewalt, um die Theile zu verschieben, die Kugelgestalt abzuändern, und in das Wasser einzudringen.

Sind die Körperchen nafs, so zerfliefsen die Was-

sertheilchen, laufen zusammen, und ziehen die kleinen Körper mit sich fort, dafs sie sonach untergehen durch ihr Gewicht (72. 1. 2.).

Da nur an der Oberfläche des Wassers die Kugelgestalt abzuändern ist, so wird klar, dafs die eingesenkten Körperchen keinen Widerstand mehr im Wasser haben, bis an die Gränze, bis an den Boden, wo wieder das Streben nach Kugelgestalt zu überwältigen ist, welches sich dem Durchdringen der äufsersten Schichte, nämlich der Abänderung der Kugelgestalt widersetzt.

In den ätherischen und ähnlichen Flüssigen ist unter den Theilen ein anderes dynamisches Verhältnifs: das Streben nach Kugelgestalt bringt ihre Theile nicht so nahe, und da ist das Eindringen aufgelegter Körperchen leichter. Darum schwimmt auf Aether, Weingeist etc. keine Nadel.

Von Rumford machte die Bemerkung, dafs ein Sturm Wolken von Staub aufwehe, nicht aber die Wassertheile zu zerstreuen vermöge, da doch die Staubtheilchen gewichtiger sind, als die des Wassers. Allein die Staubtheilchen haben gar kein merkliches Streben zur Vereinigung; es zeigt sich in ihnen weder Cohärenz noch Adhäsion; hingegen strebt das Wasser mächtig nach Kugelgestalt, welches Streben hinreicht, die Wassertheilchen zusammen zu halten, ohne dafs es Noth thut, wie Rumford meint, in einer Wasserhaut, die der Sturm wohl auch schnell zernichten würde, Schutz gegen Ueberschwemmung und ähnliche Uebel zu suchen.

*) Weifs man aus Beobachtung, dafs die Luft an die Flächen der Körper sich anhänge (66.): so kann wohl geschehen, dafs die anhaftenden

Lufttheilchen, die auf Wasser gelegten Körperchen wie eine Gondel umgebe, und ihr Schwimmen auf dem Wasser erleichtere.

Gravitation.

80.

Alle materiellen Substanzen, mit denen man bisher Versuche angestellt hat, fallen, wenn sie sich überlassen werden, gegen die Erde. Werden dieselben durch eine Unterstützung gehalten, oder an einer Schnur aufgehängt: so erleidet die Unterlage einen Druck und die Schnur eine Spannung.

*) Es wohnt daher allen materiellen Dingen ein Streben ein, sich mit der Erde (dem All irdischer Materien) in Verbindung zu setzen, oder sich mit ihr in Verbindung zu erhalten.

Giebt man auf die Richtung acht, nach welcher die Körper zur Erde fallen, oder die Schnur, an der sie aufgehängt sind, anspannen: so findet man sie senkrecht auf die Oberfläche der Erde. Ist nun die Erde kugelförmig, wie es schon daraus erhellet, weil man sie bereits öfters umsegelt hat, und gehen alle Linien, welche senkrecht auf einer Kugelfläche stehen, in ihrer Fortsetzung durch das Centrum der Kugel: so sind die Richtungslinien, in welchen die Körper sich mit der Erde zu vereinen streben, als Radien zu betrachten, und machen dann augenschein-

lich, dafs das Streben aller materiellen Dinge gegen die Erde nach ihrem Mittelpunct ziele.

*) Nun das Streben aller Materien auf Erden sich im Mittelpuncte der Erdkugel zu vereinen, heissen wir „Schwere," und sprechen: alle Materien auf Erden sind schwer.

**) Zwei Fäden, welche durch angehängte Körper gespannt sind, stehen zwar zu einander parallel, weil die Strahlen, die vom Mittelpuncte der Erdkugel ausgehen, 860 Meilen lang sind, mithin ihre Divergenz ganz unmerklich ist.

81.

Die Schwere der Erdkörper hat von jeher ganz besonders die Forscher beschäftigt. Es liefert auch die Geschichte nicht leicht von einem andern Naturgegenstand so viele Hypothesen als von der Schwere. Lange herrschte in der Physik eine feine Materie, die in verschiedenen Wirbelungen auf die Körper drücken, und sie schwer machen sollte. Die Willkühr und Unzulänglichkeit einer solchen Annahme wich endlich einer allgemeinen Adtraktion des Newtons, wodurch eine dynamische Ansicht angebahnt, aber eigentlich nichts erklärt worden. Als Kant die Lehre von Kräften der Natur weiter führte, und eine Repulsiv- und Contractivkraft als den Grund der Möglichkeit der Materie aufstellte; so fieng man an zu meinen, dafs die Schwere nur eine Modification der Contractivkraft sei, sonach aus dem Begriff der Materie von selbst hervorgehe; und dann nicht nur in kleinen Abständen wirke, sondern sich auf den ganzen

Himmelsraum ausdehne. Allein die Contractivkraft, welche nach Kant in Verbindung mit der Repulsivkraft die Materie gründet, erschöpft sich in der Reaction, und reicht dann unmöglich auf grofse Räume: dieselbe kann daher der Grund der Schwere nicht sein.

Es giebt aufser den Expansiv- und Contractivkräften auch eine synthesirende Kraft; denn nur die Synthesen von Expension und Contraction geben Dinge im Raume (Allg. Dyn. 36-38.). Es sind daher alle materiellen Substanzen in der Natur Erscheinungen der Dreiheit dieser Kräfte, Erscheinungen der Synthesen, die in der Sinnenwelt so viele dynamische Gegensätze bilden, (Allg. Dyn. 40.), die samt und sonders wieder in Einheit streben, und dann das Phänomen der Schwere aufstellen.

Die Schwere ist demnach eine synthesirende Kraft, welche alle materiellen Dinge in Einheit zu verbinden strebet, sonach sie in eine Kugel formet, und jedes Ding, das man an ihrer Oberfläche absondert, wieder gegen dieselbe, und zwar gegen ihren Mittelpunct hintreibet.

*) Die Kugelgestalt der Erde ist daher nur die Versinnlichung des synthesirenden Strebens aller Materien der Erde in Einheit. — Es wiederholt sich das, was in einem Wassertropfen vorgeht (67. *), hier nur im Grofsen. Die Kugelgestalt eines Wassertropfen und die Kugelgestalt der Erde sind ähnliche Phänomene: sie haben daher einerlei Grund. Gleichwie unzählige kleine Wassertheilchen durch eine synthesirende Kraft in den möglichst kleinen Raum (in eine runde Form) getrieben, zum Tropfen gestaltet werden, so wirkt eine allgemeine

synthesirende (bindende) Kraft auf die unendlich vielen Erdtheilchen, die so viele relative Synthesen sind (23.), und formet sie in eine Kugel (die horizontale Oberfläche des Wassers ist eigentlich Segment eines großen Wassertropfen).

) Die synthesirende Kraft ist in ihrem tiefen Grunde als reell in der allgem. Dynamik der Natur (36. 37.) nachgewiesen, und sie reicht hin, die Phänomene der Schwere zu erklären: die synthesirende Kraft der Natur ist daher der wahre Grund der Schwere und ihrer Erscheinungen (8. *).

82.

Ist dem Vorhergehenden zufolge die Schwere ein Streben aller materiellen Substanzen auf Erden in Einheit, „die Synthese aller Erdsynthesen;" so ist klar: daß alle Materien auf dieselbe Weise schwer seien, und daß die Schwere stetig wirke. Dieses bestätigt auch die Erfahrung, wenn man die Körper in ihren Wirkungen, zumal in ihrem Fallen gegen die Erde genau beobachtet; denn da zeigt sich:

1. Eine Schnur, an der ein Körper hängt, wird stets und immer auf dieselbe Weise gespannt.

2. Im luftleeren Raume fallen die verschiedensten Körper, z. B. Pflaumfedern, Goldmünzen u. s. w. gleich geschwind.

3. Die Geschwindigkeit des Fallens beträgt in einer Secunde nahe 15 Fuß.

4. Ein Körper, der fällt, durchläuft in folgenden Zeiten immer größere Räume, und zwar

5. sind die Zuwüchse der Räume in gleichen Zeiten gleich (die Bewegung fallender Körper ist gleichförmig beschleunigt).

Wird ein Körper vom Falle durch irgend eine Unterstützung gehindert: so sucht sein Fallstreben dieses Hindernifs wegzuräumen. Da aber die Stütze gegen diese Action reagirt (80.): so entsteht das Phänomen, das wir mit „Druck" bezeichnen. Wir sagen: die materiellen Dinge drücken (lasten) auf die Unterlage, welche sie stützt. Besteht demnach ein Körper aus mehreren Theilen, aus mehr Materie (ist seine Masse gröfser) als die eines andern: so mufs die Stütze mehrere Theile vom Falle aufhalten. Der Körper wird daher einen gröfsern Druck auf die Unterlage ausüben. Die Gröfse des Druckes richtet sich daher nach der Menge der Materie (ist der Masse proportional) welche unterstützt wird.

*) Die Gröfse des Druckes bestimmen wir durch die Wage; man nennt daher den Druck der Materie auf eine Unterlage „Gewicht."

**) Gewicht und Schwere sind daher zweierlei Begriffe, die nicht dürfen verwechselt werden. Die Gröfse der Schwere ist aus dem freien Fall, die Gröfse des Gewichtes aus der Masse eines Körpers zu berechnen, oder das Gewicht steht im Verhältnifs der Masse eines Körpers, nicht aber die Schwere, welche ein Streben nach dem Mittelpunct der Erde ist, allen Dingen gemein, und in allen Dingen dasselbe (81.).

***) Indem die synthesirende Kraft (die Schwere) der Dinge eines Adgregts in den möglichst klei-

nen Raum zu bringen strebt, findet sie Widerstand an der Undurchdringlichkeit = Expensior, die Grade hat (8.). Daher kann sich bald mehr, bald weniger Materie in demselben Raum verbinden. Man findet auch wirklich Materien,

die bei dem nämlichen Umfange mehr Materie
oder bei der nämlichen Materie (Gewicht) einen kleinern Umfang haben.

Wir nennen solche Materien „dichter" als andere („dünnere") und ihr Gewicht specifisch gröfser.

83.

Streben alle materiellen Substanzen auf Erden sich in ihrem Mittelpuncte zu vereinen (82): so ist der Mittelpunct als ein Punct zu betrachten, von dem die synthesirende Kraft (die Schwere) ausgeht, und sonach mit der Entfernung abnimmt, mithin an der Erdoberfläche sich kleiner, als tief unter derselben, und weiter von der Oberfläche in beträchtlichen Höhen schwächer als in der Ebene äufsert.

*) Auf Bergen von beträchtlicher Höhe, mithin in merklich gröfserem Abstande vom Mittelpunct der Erde fand man die Schwere fallender Körper mittelst des Pendels in der That kleiner. Dasselbe Pendel machte nach Bouguer innerhalb 24 Stunden

auf dem Pichinch (2400 Toisen hoch) 98720; zu Quito (1500 Toisen hoch) 98740 Schwingungen,

bewegte sich (fiel) also auf einer größern Anhöhe langsamer als auf einer kleinern.

84.

Unsere Erde ist nicht vollkommen rund, sondern, wie genaue Messungen lehren, eine Sphäroide, die gegen Norden etwas niedergedrückt, und gegen den Aequator erhoben ist. Wäre die Erde gänzlich mit Wasser bedeckt, und schwebte sie ruhend im Himmelsraume: sie müſste eine vollkommene Kugel sein, wie ein Wassertropfe. Allein unsere Erde dreht sich innerhalb 24 Stunden von Westen nach Osten um ihre Achse. Dabei ist sie doch gröſstentheils mit Wasser umgeben. Durch die Drehung bekommt aber das Wasser einen Schwung in dem Maſse, als die Kreise groſs sind, die es beschreibt, und da muſs sich das Gewässer mit ihrem Schlamm gegen den Aequator anhäufen, und dort erhabenes Land bilden, während das Wasser an den Polen niedriger stehen, und das Land sinken muſs.

*) Die Achse des Aequators ist daher länger, als die der Erdachse. Das Land am Aequator liegt demnach weiter vom Mittelpunkte der Erde entfernt, und die Schwungkraft wirkt überdieſs der Schwere am stärksten entgegen. Das Fallstreben der Körper (die Schwere) muſs daher am Aequator kleiner sein, als an den Polen. Die Erfahrung hat dieses auch bestätigt. Ein Pendel, das unter dem Aequator in einer Secunde Eine Schwingung vollendet, hat eine Länge = 439, 10 Linien. Unter dem Pole uſste man das Pendel auf 441, 69 Linien

setzen, um in Einer Secunde Eine Schwingung zu erhalten. Da sich aber diese Schwere wie die Längen der Pendel verhalten (Mechanik): so erhellet, die Schwere sei unter den Polen gröſser, als unter dem Aequator.

**) Der Schwerpunct liegt daher auch nicht genau in der Mitte der Erde.

85.

Die Körper fallen nie ganz frei; denn sie fallen in der Luft, welche dem fallenden Körper immer Widerstand leistet, und zwar desto gröſsern, je grösser ihre Oberfläche und ihre Geschwindigkeit ist. Fallen daher zwei Körper von derselben Oberfläche und mit gleicher Geschwindigkeit aber von ungleichem Gewichte: so überwältigt der Körper von gröſserem Gewichte denselben Widerstand schneller; denn er drückt auf dieselbe Luft stärker (82.). Indeſs ist die Gröſse des Falls doch nie dem Gewichte (der Masse) proportional. Ein 16mal gewichtigerer Körper fällt in der Luft doch nicht 16mal geschwinder! *

*) Fallen Pendel von ungleichem Gewichte, aber von derselben Länge, in kleinen Bögen (von kleinen Höhen): so sind die Fallzeiten (Schwingungen) gleich.

86.

Galilei war der Erste, der sich dem Ansehen der Schule des Aristoteles widersetzte, und den so leichten Versuch machte zum Erweise: die Schwere (die Gröſse des Falls) stehe nicht im Verhältniſs der Masse. Er gieng aber noch weiter; er suchte selbst

die Gesetze der Schwere durch Versuche zu bestimmen. Er bediente sich hierzu (wie nachher Riccioli, Grimaldi und Cassini) hölzerner, mit Pergament bekleideter Rinnen, in denen er polirte Metallkugeln, Kugeln von Kreide etc. herabrollen liefs. Die Rinnen waren so eingerichtet, dafs man sie beliebig über den Horizont erheben konnte. Je näher nämlich eine solche Rinne der horizontalen Lage gebracht wird, desto langsamer rollt die Kugel (weil sie um so mehr unterstützt ist, je mehr man die Rinne neigt), und dann war die Beobachtung einer langsamen Bewegung leichter. Zudem ist der Luftwiderstand bei einer langsamen Bewegung klein, soviel als unmerklich. Bei den Versuchen mufste ein Pendel zur Hand sein, um die Zeit des Fallens (Rollens) zu messen. Die Rinne theilte man in gleiche Theile, deren Zahl ein Quadrat geben, z. B. in 25, und richtete das Pendel so, dafs es 5 Schläge machte, während die Kugel alle Theile, mithin die ganze Rinne durchlief. Fängt sich nun die Kugel zu bewegen an, so zeigt sich, dafs sie bei dem ersten Schlag bis 1, beim zweiten bis 4, beim dritten bis 9, beim vierten bis 16, und beim fünften bis 25 dieser Theilung anlangt. Man richtet auch dergleichen Rinnen so ein, dafs an den Stellen, welche vom Anfangspuncte in den Verhältnissen abstehen 1 : 4 : 9 : 16 : 25 Glöckchen angebracht sind. Die Glöckchen werden durch Hämmerchen angeschlagen, wenn die Kugel diese Stellen erreicht.

An eben der Rinne beobachtet man, wie sich die Räume in jedem einzelnen Pendelschlag (oder Zeittheilchen) verhalten, und man nimmt wahr, dafs der Raum beim ersten Pendelschlag 1, beim zweiten 3, beim dritten 5, beim sechsten 7, beim siebenten 9 sei: somit wie die ungeraden aufeinander folgenden Zeiten wachsen.

*) So schwierig Versuche dieser Art sind, so ergab sich doch daraus das bestätigende Resultat 1) daſs ein fallender Körper sich gleichförmig beschleunigt bewege, und der in der ersten Secunde durchlaufene Raum 15 Fuſs sei.

2) Daſs die in einzelnen Zeittheilchen beschriebenen, wie die ungeraden auf einander folgenden Zahlen wachsen,

3) und daſs die in mehrern Zeittheilchen gemachten Räume sich wie die Quadrate derselben verhalten.

**) Man hat eingewendet, daſs die Kugeln nicht frei fallen, sondern von der Rinne unterstützt seien. Allein die Bewegung ist dennoch gleichförmig beschleunigt, und folgt denselben Gesetzen. Das Fallstreben, welches durch die Rinne nicht aufgehalten ist, (die respective Gewalt) wirkt ja stetig! — Es haben in neuern Zeiten Gulielmini in Bologna und Benzenberg in Hamburg die Gesetze der Bewegung bei senkrechtem Falle durch sehr mühsame und scharfsinnige Versuche bestätigt gefunden.

87.

Die Gesetze der Schwere sollen aber ferner noch erläutert werden.

Wenn ein Körper eine Zeit lang mit gleichförmig beschleunigter Bewegung fortgeht, und sonach seine Geschwindigkeit genau zunimmt, wie die Zeit: so ist klar, daſs sie am Ende der zweiten Secunde

doppelt so grofs sein müsse, als am Ende der ersten, am Ende der dritten dreimal so grofs u. s. w. sein müsse. Die Geschwindigkeiten müssen also bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung wachsen, wie die Reihe natürlicher Zahlen 1, 2, 3, etc.

Ein mit gleichförmiger Beschleunigung bewegter Körper hat daher am Ende eine Geschwindigkeit, die der Zeit proportional ist. Hätte er die Geschwindigkeit schon im Anfange gehabt, und würde sie während der Bewegung dieselbe geblieben sein: so würde er mit gleichförmiger Bewegung bewegt, seinen Weg zurückgelegt haben. Da aber seine Anfangsgeschwindigkeit = o war, und erst allmählig bis zur Endgeschwindigkeit gewachsen ist: so kann er mittelst dieser gleichförmig beschleunigten Bewegung keinen so grofsen Weg gemacht haben: dieselbe kann nur die Hälfte von jenem sein.

Wir können uns daher den Raum, welcher mit gleichförmig beschleunigter Bewegung durchlaufen wird, durch ein rechtwinklichtes Dreieck vorstellen, wenn ein Parallelogram für den Raum einer gleichförmigen Bewegung gesetzt wird: weil jenes von diesem die Hälfte ist.

Ein rechtwinklichtes Dreieck drückt auch richtig den Raum aus, welcher mit gleichförmig beschleunigter Bewegung durchlaufen wird, und alle Gesetze derselben lassen sich an ihm nachweisen. Nämlich setzen wir, dafs AB Fig. 8. T. I. die Zeit des Falles eines Körpers vorstelle. Wir theilen die Linie (die Zeit) AB in gleiche Theile, und ziehen durch die Theilungspunkte b, c, d Linien mit der Basis BD parallel. Diese Linien, verhalten sich wie die Zeiten (Ab, Ac, Ad etc.): sie stellen also die Geschwindigkeit vor, die ein fallender Körper in gleichen Zeit-

theilchen hat. Nehmen wir nun das Dreieck A b e, theilen A b (die Zeit) in unendlich kleine Theile, und ziehen in Gedanken durch die Theilungspuncte Linien mit b e parallel: so stellen diese die Geschwindigkeiten, die der fallende Körper in jedem unendlich kleinen Zeittheilchen hat, zugleich aber auch die Räume vor, weil in unendlich kleinen Zeittheilchen keine Raumzunahme denkbar ist, mithin die Räumchen den Zeiten gleich sind. Die Summe aller dieser Linien (Räumchen) macht aber das Dreieck A b e aus; und so stellt das rechtwinklichte Dreieck A b e den Raum der gleichförmig beschleunigten Bewegung für das erste Zeittheilchen; und auf gleiche Weise das Dreieck A c f den Raum für zwei Zeittheilchen etc., endlich das Dreieck A B D den Raum der in der Zeit A B durchlaufen wird: sonach wird der Raum, der mit gleichförmig beschleunigter Bewegung zurückgelegt wird, allgemein durch ein rechtwinklichtes Dreieck richtig vorgestellt.

Nun sind aber die Dreiecke A b e, A e f, A d g, A B d ähnliche Dreiecke. Aehnliche Dreiecke verhalten sich aber wie die Quadrate ähnlich liegender Seiten: mithin verhält sich $Abe : Aef = Ab^2\ Ae^2$, wie $be^2 : ef^2$; das ist: die mit gleichförmig beschleunigter Bewegung durchlaufenen Räume verhalten sich wie das Quadrat der Zeit oder der Geschwindigkeit.

Vergleicht man den Raum der ersten Secunde = A b e mit dem der zweiten = b e f, so ist klar, dafs im Trapezion drei Dreiecke enthalten sind, die dem ersten A b e gleichen. Eben so enthält der Raum des dritten Zeittheilchens = e f d g fünf solche Dreiecke, und der Raum des vierten Zeittheilchens = d g B D sieben solche Dreiecke. Die Räume der gleichförmig

beschleunigten Körper wachsen also wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, etc.

*) Auch läfst sich der stets gleiche Zuwachs am Raume in dieser Figur anschaulich machen. Würde der Körper, wenn er bei b anlangt, mit der Geschwindigkeit = be fortgehen, so würde er der zweiten Secunde den Raum becm beschreiben; allein es kommt noch das Räumchen emf = Abe hinzu. Eben so würde der Körper, bewegte er sich mit seiner Endgeschwindigkeit, in der zweiten Secunde = cf, den Raum efdn machen; aber es kommt abermal ein Dreieckchen fng = Abe hinzu, u. s. w. Der Zuwachs ist also stets gleich.

88.

Besonders sinnreich und instructiv sind die Experimente Adwoods, um die Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung unter empirische Anschauung zu bringen. Ich will erstens weisen, worauf der Apparat, dessen er sich bediente, sich gründe, hernach denselben beschreiben, und dann einige Versuche aufzählen.

Der Zweck seiner Vorrichtung, die er Fallmaschine nennte, ist (wie bei Galilei 86.) die Geschwindigkeit des fallenden Körpers zu vermindern, ohne die Gesetze seiner Bewegung zu ändern. Es läfst sich nämlich eine langsame Bewegung leichter und genauer beobachten; und dann ist der Widerstand der Luft bei langsamer Bewegung, zumal kleiner Körper für null anzunehmen. Indem man sich beim Apparate einer Rolle bedient, um welche ein feiner Faden gelegt ist, und daran gleiche Gewichtchen hangen:

so ist für die höchste Beweglichkeit gesorgt. Die Gewichte sind im Gleichgewichte, was sie immer für eine Stellung haben. Der geringste Stofs auf ein Gewichtchen setzt sie in eine senkrechte Bewegung, die im aufsteigenden und niedergehenden gleichförmig ist. Beschwert man nun das eine der zwei Gewichte noch mit einem Gewichtchen (etwa 1/50 etc. des Ganzen): so wirkt dieses bewegend, und mufs also selbst so viel verlieren, als es der andern Masse mittheilt (Mechanik). Nehmen wir an, dafs die gröfsern Gewichte zusammen genommen 59 Gran wiegen, das kleine hinzu gethane Gewicht 1 Gran. Nun wird sich die Wirkung der Schwere des einen Grans unter die ganze Masse von 60 vertheilen. Die Wirkung wird demnach für jedes einzelne Gran 60mal weniger betragen, und das Ganze wird sich 60mal langsamer bewegen, als ein Gran für sich selbst.

Die Fallmaschine ist Fig. 9. Taf. I. abgebildet. Eine Rolle ruht an ihrer horizontalen Achse so, dafs sie beim Drehen die möglichst kleine Reibung erleidet. Ueber die Rolle ist ein dünner Seidenfaden gelegt, und an den Enden desselben sind Cylinderchen p und p' von gleichem Gewichte aufgehängt. In der Richtung des Fadens ist eine in gleiche Theile getheilte Scale c d angebracht. An dieser Scale sind an beliebigen Stellen Ringe befestigt, durch welche die Cylinder leicht durchgehen. Man hat mehrere Gewichtchen in Gestalt eines Scheibchens bei Handen, die in der Mitte einen Einschnitt haben, damit der Faden darein komme, wenn sie aufgelegt werden. Um die Zeiten zu messen bedient man sich eines Pendels, das jede Schwingung durch einen hörbaren Schlag andeutet.

Bei dem Versuchanstellen bringt man das Gewicht p

an den Nullpunct der Scale, legt ein Scheibchen darauf, und läſst es fallen, indem man zugleich auf die Schwingungen des Pendels Acht hat. Fällt es nach einem Pendelschlag bis 1, so wird es nach zwei Pendelschlägen bis 4 gefallen sein, nach 3 Pendelschlägen bei 9 anlangen u. s. w. Es wachsen daher die Räume, die ganzen Zeiten vom Anfange der Bewegung an wirklich, wie 1, 4, 9, etc.; mithin die Räume der einzelnen Zeiten wie 1, 3, 5 etc. U. s. w.

*) Bringt man länglichte Gewichtchen an, um die Cylinderchen in Bewegung zu setzen, und steckt man den Ring b im Verhältniſs 1, 4, 9 etc., so legt das sinkende Gewicht bei seinem Durchgang durch den Ring an demselben das Gewichtchen ab.

**) Damit die ungleiche Länge des Fadens, wenn ein Gewicht tiefer sinkt, die Erfolge nicht abändere; bringt man an dem Cylinderchen Häckchen an, und bindet daran Fäden, die länger sind als die Scale, daſs sie compensiren.

89.

Aus dem Bisherigen geht hervor: es sei aus der Zeit des Falles der Fallraum, und aus dem Fallraume die Zeit zu finden, wenn nur der Raum bekannt ist, welcher in der ersten Secunde hinterlegt wird. Allein eben dieses ist aus unmittelbaren Beobachtungen schwer zu bestimmen. Leichter ist es, und sicherer, einen beträchtlich groſsen Raum zu messen, einen Körper durch denselben fallen zu lassen, die Zeit des Falls zu bemerken, und aus dem gemes-

senen Raume der beobachteten Zeit den Fallraum der ersten Secunde anzugeben.

*) Die Beschleunigung eines fallenden Körpers giebt zu verstehen die Gefährlichkeit eines Sprunges von bedeutender Höhe herab, die zerstörende Wirkung der Hagelkörner, die niederstürzende Gewalt der Schneelavinen, den Schlag der Rammklötze, den Stofs der Stampfmaschinen, der Pochwerke u. d. gl.

90.

Die Materienwelt ist mit der Erde nicht beschlossen. Wir nehmen über uns unzählige glänzende Körper wahr, die zu jener gehören; sie sind ungeheuer weit entfernt, und tragen den Namen Himmelskörper. Die Entfernung derselben ist indefs dennoch sehr ungleich, so wie ihre Gröfse und ihr Glanz. Zwei davon zeichnen sich durch ihre scheinbare Gröfse aus; wir nennen den einen die „Sonne," den andern den „Mond". Unter den übrigen sind welche, die ihren scheinbaren Ort nie ändern, andere hingegen bewegen sich um die Sonne, wie der Mond um die Erde; jene heissen „Fixsterne," diese „Planeten" (Wandelsterne).

Es sind 10 bekannte Planeten (Mercur, Venus, Mars, Vesta, Juno, Ceres, Pallas, Jupiter, Saturn, Uranus), welche mit unserer Erde um die Sonne vom Niedergang gegen Aufgang in Ellipsen kreisen. Der Jupiter ist von vier, der Saturnus von sieben, der Uranus von sechs Monden begleitet, die man auch „Nebenplaneten" oder „Trabanten" nennt. Noch kennt man andere Körper, die in verschiede-

ten Richtungen um die Sonne gehen, und in Kreisen, die aufserordentlich excentrisch sind, dieselben werden „Cometen" genennt.

Die Planeten mit ihren Monden, die Cometen und die Sonne hängen durch ein unsichtbares Band zusammen, und bilden ein Ganzes, das man „Sonnensystem" oder „Planetensystem" nennet.

Das unsichtbare Band, welches das Planetensystem zusammen bindet, hält und trägt, ist anerkannter Maſsen die Schwere, welche auf die Himmelskörper bezogen, und auf die ganze Materienwelt ausgedehnt, bezeichnet wird „Gravitation".

*) Ist die Schwere, wie gewiesen worden, eine synthesirende Kraft, welche alle Erde-Körper in ein Ganzes verbindet: so ist die Gravitation gleichmäſsig eine synthesirende Kraft, welche das Universum der materiellen Natur durchgreift, und in eine Einheit zu verbinden strebt, ist „die Synthese aller Synthesen der Materienwelt;" dieselbe ist reell (81.) und im Allgemeinen zureichend zur Erklärung der Gravitationsphänomene, also der wahre Grund derselben. Nämlich:

91.

Gleichwie die irdischen Materien Theile der Erde sind, so machen die Monden Theile der Planeten, und diese samt den Monden und Cometen Theile des Planetensystems aus (vorherg.), und streben dann samt und sonders einen Mittelpunct an. Aber der Himmelsraum ist unermeſslich, und die Gröſse und

Zahl der Himmelskörper ungeheuer, so, daſs das ganze Planetensystem weiter nichts anders, als ein Theil eines höhern Ganzen ist, nach welchem es mit allen Planeten etc. als nach seinem Centrum strebet. Das Universum der materiellen Natur ist an sich das sich selbst offenbarende All-Sein (Allg. Dyn. 58.).

Da alle Theile irgend einer Materie schwer sind, und sonach die Schwere im Verhältniſs der Menge der Materie (Masse) steht: so muſs auch die Gravitation demselben Verhältniſs folgen.

Newton, der die Gravitation und ihre Gesetze mit seinem genialischen Geiste in der Vernunft-Anschauung erfaſste, bestimmte durch den Calcul in Uebereinstimmung mit der Erfahrung:

> daſs die Gravitation im geraden Verhältniſs der Masse der Himmelskörper stehe, und im umgekehrten Quadrat-Verhältniſs der Abstände wirke.

Endlich hat jeder bewegliche Himmelskörper zwei Mittelpuncte, nach denen er durch die Gravitation getrieben wird,

> deren einer nahe,
> und der andere entfernt ist.

Der Trieb der Himmelskörper gegen ihr nahes Centrum nennen wir Schwerkraft, jenen gegen ein entferntes Centrum Tangentialkraft, beiden zusammen geben wir den Namen „Centralkräfte".

*) Der Mond z. B. gravitirt gegen die Erde als sein nächstes Centrum, und gegen die Sonne als sein entferntes; er bewegt sich daher, da

beide Bewegungskräfte einen Winkel bilden, durch die Diagonale. Indem sich aber die Schwerkraft und Tangentialkraft unaufhörlich erneuern: so mufs ein Kreisen des Mondes um die Erde erfolgen. Die Sonne übertrifft aber an Masse die Massen aller Planeten und ihrer Monden so sehr, dafs die Gesamtheit Aller nur den 600sten Theil der Sonnenmasse ausmacht. Es gravitiren daher alle Planeten mit ihren Secundaren, gegen die Sonne als ihr nahes Centrum. Da sie aber auch sich mit einem auswärtigen Mittelpunct zu vereinen suchen: so sind alle Planeten mit ihren Monden von Centralkräften getrieben, und gehen dann in Kreisen um die Sonne.

**) Namentlich wies Newton die Abnahme der Schwere im verkehrten Verhältnifs der Abstände im Monde nach. Er fand, dafs der Mond auf die Erde gravitire, und bestimmte, dafs die Schwere im Monde, der 60 Erdhalbmesser vom Mittelpuncte der Erde entfernt ist, 60. 60. 15 Fufs, mithin 3600mal kleiner als auf Erden sei. — Damit man sich einiger Mafsen die Gröfse der Sonne vorstellig mache, mag Folgendes dienen. Der Halbmesser der Mondsbahn ist, wie oben bemerkt worden, 60 Erdhalbmesser gleich. Der Halbmesser der Sonne gleicht aber 112 Erdhalbmesser. Wenn daher die Erde im Mittelpuncte der Sonne als einer hohlen Kugel gedacht wird: so könnte der Mond in dieser Kugel um die Erde sich bewegen, wenn man die Entfernung des Mondes auch beinahe doppelt setzte.

92.

Hier gränzt aber die Physik an die Astronomie, welche auf das Allgemeine, das von der Gravitation gelehrt worden, sicher bauen, und dann jene groſsen Resultate durch Messung und Rechnungen finden kann, welche uns in die Bewegung der Himmelskörper und in ihre Gesetze helle Blicke thun lassen, und wir dann die Natur in ihrer ganzen Gröſse und Herrlichkeit sehen, als „die Erscheinung des schaffenden All-Seins," das die glänzendsten Wunder seiner Macht, Weisheit und Güte am gestirnten Himmel unsern Augen ausbreitet! —

*) Wir sahen bisher der Spuren Viele vom dynamischen Leben, das ausgegossen ist durch die ganze materielle Natur. Allein ganz besonders kräftig tritt das dynamische Leben in der Materienwelt hervor, in ihren Verhältnissen zur immateriellen Natur. Die Sonne, welche bei uns mit ihrem Lichte die Stelle der immateriellen Natur vertritt, erregt in der Materie die dynamische Synthese, daſs aus ihr die Gegensätze = + und — hervorgehen, und dann in die Synthese wieder zurückstrebend, ein reges Leben, und zwar in allen drei Raumformen wahrnehmbar machen. Es schlieſst sich nämlich

eine Linien-Synthese in den Magnetismus,

eine Flächen-Synthese in die Elektricität,

und eine Cubus-Synthese in den chemischen Proceſs, in voller Belebun gauf.

Diese Belebung, dieses dreifachen Lebens, zeigt uns die Materienwelt wirklich in der Erfahrung. Wir finden in der That

A. *ein Linienleben = Magnetismus,*
B. *ein Flächenleben = Elektricität,* und
C. *ein cubisches Leben = dem chemischen Processe.*

Von diesem dreifachen Leben der materiellen Natur ist nun ausführlich zu handeln, und die Materienwelt in ihrer schönsten Wirksamkeit zu betrachten und darzustellen.

A.

Vom Linienleben der materiellen Natur.
(*Magnetismus.*)

93.

„Magnetismus" ist eine Kraft, die sich auf eine besondere, auffallende Weise äufsert im „Magnete". Magnet ist aber ursprünglich ein Eisenerz (Eisenstein), von eisengrauer, auch röthlich brauner oder weifslicher Farbe, das im Zentner 30 bis 80 Pfund Eisen enthält. Der Name „Magnet" stammt wahrscheinlich von Magnesia, einer Stadt in Lydien. Seine Eigenschaften waren schon den Alten bekannt, und ein Gegenstand ihrer Bewunderung (M. Abhandl.

Von dem Magnete und dem Magnetismus. Landshut 1806.).

*) Orpheus (nach Einigen der Athenienser Onomakrit) schrieb ein Gedicht von den Steinen (Λιθικα), und nennt den Magnet Μαγύκδης. Von Theophrast und Plato wird er genennt Ηρακλεία λιθος, weil die Stadt Magnesia in Lydien auch den Namen Heraclea geführt haben soll. Unter den alten Latiern schreibt Plinius vom Magnet: „Quid lapidis rigore pigrius? ecce sensus manus que tribuit illi natura. Quid ferri duritiae pugnatius? sed cedit et patitur mores, trahitur namque a magnete lapide domitrix que illa rerum omnium materia ad inane nescio quid currit, atque ut proprius venit, adsistit, tenetur que et complexu haeret." (Histor. nat. L. XXXVI.). In den neuern Zeiten wurde der Magnet ein Hauptgegenstand physikalischer Forschungen. Muschenbroek, Jon. Bernoulli, Gowin Knight, Mitschell, Canton, Antheaulme, Duhamel, Brugmann, Aepinus, Cigna, van Schwinden, Kratzenstein, Gabler, Prevost, Coulomb und viele andere haben sich theils durch Versuche, theils durch theoretische Ansichten in der Lehre vom Magnet einen Namen gemacht.

94.

Versuche. Wird von einem feinkörnigen Magnetsteine ein länglichtes Blättchen gehörig abgeschnitten (abgesägt), und an einem umgewundenen Seidenfaden aufgehängt: so nimmt dieses Magnetblättchen (Stäbchen) ohne irgend einen sichtbaren Einfluſs,

aus eigener Kraft, eine solche Stellung an, daſs es mit der Erdachse (beinahe) parallel läuft, und eines seiner Enden nach Norden, das andere nach Süden kehrt.

*) Bringt man durch äussere Gewalt das Magnetstäbchen aus seiner Richtung, so sucht es seine Stellung wieder, und ruht nur in der nach Norden und Süden. Legt man ein Magnetstäbchen auf ein kleines, dünnes Stück Korkholz, und setzt dieses auf ein Wasser, so kommt das Holz nur dann zur Ruhe, wenn das Magnetstäbchen ein Ende nach Norden, das andere nach Süden wendet. Der Magnet nimmt daher freibeweglich durchgehens seine Richtung nach den Polen der Erde; die Kraft des Magnets äuſsert sich also in einer Linie.

**) Die Extreme eines Magnetstäbchens heiſsen demnach von der Gegend her, welcher sie sich zuwenden, Pole (Nordpol und Südpol): und die Linie, welche die beiden Pole (die zwei entgegengesetzten Puncte) verbindet, seine Achse.

95.

Nähert man dem freischwebenden Stäbchen Körper mancherlei Art, Metalle, Steine, verbrennliche Mineralien, Holz, Glas u. s. w., so nimmt man wahr, daſs sie sich zum Magnet gleichgültig (indifferent) verhalten;

Eisen

und eisenhaltige Stoffe

ausgenommen. Vom Eisen und von eisenhaltigen Stof-

fen wird das Magnetstängchen an beiden Polen (am Südpol = S und Nordpol = N) angezogen.

*) Schwimmt ein Eisenblättchen auf Korkholz im Wasser, so zieht der angenäherte Magnet mit seinen beiden Polen hinwieder das Eisen an.

96.

Untersuchen wir das Verhalten des Magnetstäbchens auf das Eisen an verschiedenen Stellen seiner Länge: so finden wir die Mitte auf das Eisen wie auf andere Körper indifferent (ganz gleichgültig).

*) Zwischen den Polen, welche auf Eisen anziehend wirken, ist demnach die Mitte ganz unwirksam auf dasselbe.

97.

Hängt man zwei Magnetstängchen an umgewundenem Seidenfaden auf, und rückt sie einander nahe, jetzt mit gleichnamigen alsdann mit ungleichnamigen Polen (mit dem nördlichen (N.) und dem südlichen (S.): so kehren sich die gleichnamigen Pole von einander ab, fliehen einander wechselweise. Im andern Falle suchen sie ihre Vereinigung, ziehen einander an.

*) Das Phänomen der Flucht gleichnamiger Pole und das der Zuneigung ungleichnamiger ist Ausdruck zweier Gegensätze, die schon die Alten bemerkten, aber nicht naturgemäfs „poli amici et inimici“ bezeichneten; denn in der Natur ist lautere Zuneigung (Allg. Dyn. 43.).

98.

Werden die zwei Magnetblättchen so nahe zusammengestellt, dafs sie mit ihren entgegengesetzten Polen sich einander berühren, so bilden sie der Wirkung nach nur einen Magnet, der an einem Ende den nördlichen, am andern den südlichen Pol, in der Mitte aber die Indifferenz weiset. Sondert man die beiden Stäbchen wieder von einander: so erhält man wieder zwei Magnete.

99.

Man halte verschiedene Magnetsteine, die von einer grofsen Masse abgerissen und ungestaltet sind, nahe zu einem frei schwebenden Magnetstängchen, und beobachte! Es zeigen sich mehrere Stellen, welche einen Pol anziehen, und mehrere, die denselben abstossen. Ein Magnetstein zeigt also mehrere nördliche und mehrere südliche Pole; doch herrscht Ein Nordpol und Ein Südpol vorzugsweise vor.

*) Da die Pole für Puncte gelten (94. **), und mit zweien Puncten eine Linie gegeben ist: so offenbaret sich auch in den unförmlichen Magneten die Polarität in Form der Länge (94. *). Diese Beobachtung regulirt auch das Ausschneiden der Stäbchen aus einer rohen Magnetmasse (94.).

100.

Zerschlägt man einen ockerfärbigen Magnetstein: so erhält man Stückchen von irregulärer Form und verschiedener Gröfse, von Taubeneigröfse bis zur Kleinheit eines Sandkorns. Legt man die kleinen

Stückchen über Papier auf Wasser, daſs sie frei schweben: so nehmen alle und jede eine bestimmte Richtung an, nämlich mit einem Ende nach Norden, mit dem andern nach Süden; und nähert man ein Magnetstängchen, so flieht der nördliche Punct vor dem Nordpol, nähert sich aber dem Südpol. Eisen zieht die Stängchen an beiden Enden an.

*) Es zerfällt daher ein Magnetstein bei seiner Zertrümmerung in unzählige Magnete, in denen immer zwei Pole vorherrschen.

101.

Die Anziehung des Eisens, die Flucht der gleichnamigen und das Vereinigungsstreben der ungleichnamigen Pole eines Magnets sind nicht immer durch eine unmittelbare Berührung bedingt. Die magnetischen Erscheinungen zeigen sich auch dann, wenn zwischen dem Magnet und Eisen oder einem andern Magnet eine fremdartige Fläche aus Holz, Glas, Papp, Messing, Zinn u. s. w. dazwischen gestellt wird.

*) Der Magnet wirkt daher in die Ferne, und durch andere Körper durch. Wird ein etwas dickes Eisenblech zwischen den frei schwebenden Magnet gehalten, und dann ein anderes Magnetstäbchen angenähert: so ist die Wirkung schwächer, als wenn ein Brettchen, eine Glastafel u. d. gl. dazwischen gesetzt wird. Hingegen zeigt sich eine Verstärkung, wenn z. B. ein eisernes Lineal mit seinen scharfen Enden zwischen die Magnetpole gehalten wird. Die magnetische Polarität strebt nämlich durchweg

die Länge an (99.), wie wir noch weiter sehen werden.

**) Muschenbroek stellte viele Versuche an, um die Stärke des Magnets zu bestimmen, indem er von einem Wagbalken einen cylindrischen 2 Zoll langen Magnet, welcher 16 Drachmen wog, herab hieng; darunter einen eisernen Cylinder von gleicher Gröſse stellte, und durch Gegengewichte auf der Schale des andern Wagbalkens die Stärke des Strebens zur Vereinigung in verschiedenen Entfernungen probirte. Es war augenscheinlich, daſs mit der Entfernung die magnetische Kraft abnehme, aber ein bestimmtes Verhältniſs ergab sich aus seinen Versuchen nicht. (Dissert. de Magnete etc. 1729.). Jacquier und Sieur zogen aus ihren Versuchen den Schluſs, daſs sich die Abnahme der magnetischen Kraft umgekehrt, wie der Cubus der Entfernung verhalte. Tobias Mayer gab nach seinen Beobachtungen an, daſs die Kraft des Magnets im verkehrten Verhältniſs mit dem Quadrat der Entfernung stehe (Erxlebens Naturlehre etc.). Dieses hat nachher Coulomb mittelst seiner Drehwage (40. *) bestätigt, und jüngst Bidone auſser Zweifel gesetzt, daſs also angenommen werden kann: die Wirkung eines Magnets in die Ferne stehe im geraden Verhältniſs seiner Intensität und im verkehrten Quadratverhältniſs der Abstände (Hauy Grundlehren der Physik. — Annal. der Physik 1820. St. 4.)

102.

Aus den bisherigen Beobachtungen und Versuchen mit dem Magnetsteine läſst sich nun das Eigenthümliche des Magnets (seine Charakteristik) bestimmt angeben:

a) Eine innere Thätigkeit regt sich im Magnet durch ein Streben mit einem Ende nach Norden, mit dem andern nach Süden (94.).

b) Die innere Thätigkeit des Magnets drückt sich in Beziehung auf einen andern Magnet durch ein Streben zur Vereinigung entgegengesetzter Pole und durch die Flucht der gleichnamigen aus (97.).

c) In jedem Magnete zeigen zwei Extreme, Gegensätze oder zwei Pole (97.).

d) Die Gegensätze (Pole) sind durch eine Indifferenz vermittelt (96. 98.).

e) Die magnetische Thätigkeit, oder der Magnetismus wirkt in Form der Linie = + ——— o ——— —, die an einem Ende Plus, am andern Minus, in der Mitte Indifferenz zeigt (94. 98.).

f) Der Magnet zieht das Eisen mit seinen beiden Polen an; auf alle andere Materien ist er gleichgültig. 95.

g) Der Magnet wirkt in die Ferne, und durch dazwischen liegende Medien. 101.

h) Wird ein Magnetstein zerschlagen, so entstehen so viele Magnete als Stücke. 100.

103.

Wir lieſsen bisher den Magnet sich selbst entwickeln, und Proben von seinem Sein und Treiben

geben. Dieselben lassen bloſs noch den Wunsch übrig, daſs die magnetische Kraft nur mehr intens erscheine, und dadurch noch die anderweitigen Eigenschaften des Magnets, die etwa wegen seines schwachen Wirkens unserer Beobachtung entgangen sind, offenbare. Dieser Wunsch ist zu befriedigen; denn unsere Vorgänger haben längst schon die Kunstgriffe entdeckt, nicht nur die magnetische Kraft der Magnetsteine zu verstärken, sondern auch Eisen, zumal Stahl, in Magnete von ungemeiner Stärke zu verwandeln, und dadurch einen Reichthum magnetischer Erscheinungen aus dem Verborgenen hervorzuziehen. Aber der empirische Gewinn that meistens den Einsichten in den Grund der magnetischen Phänomene (der Theorie) Abbruch; denn die Menge machte die Naturforscher, welche immer nur auf Hypothesen bauten, verlegen, zumal vielfältig ein neues Experiment mit der Voraussetzung in Widerspruch trat. Beispiele hievon liefern alle bekannte Hypothesen von der Natur des Magnets, und den Ursachen seiner Erscheinungen. Ich erinnere an jene von Gilbert, Descartes, Dalancé, Euler, Aepinus, Brugmann, Gabler, Coulomb u. s. w.

104.

Die meisten Naturforscher nehmen noch immer zu einer feinen Materie, die sie bald für eine halten, bald zwei einander entgegen setzen, ihre Zuflucht, um daraus sich die magnetischen Erscheinungen zu erklären. Aber abgesehen davon, daſs eine solche feine Materie, die im Magnet wirken soll, nirgends erwiesen ist, und die gewagtesten Dichtungen nicht zureichen, die magnetischen Phänomene zu begreifen,

so spricht sich die Nichtigkeit dergleichen Meinungen schon dadurch aus, daſs die Materie, die für sich todt, selbst einer Belebung bedarf, um in den Magnet Leben einzuführen, und sonach jede beliebig angenommene Materie die Frage übrig läſst: welches ist das belebende Princip, oder: was ist der Magnetismus? Man dünkt sich aber in neuerer Zeit dadurch weiser geworden zu sein, daſs man anstatt der feinen Materie, des ätherischen Fluidums u. d. gl. ein anderes Wort „Inpondirabilien" erfand, und den Magnetismus darunter stellte. Allein dadurch sucht man nur das Dunkle mit einer neuen Dunkelheit zu erhellen! — Zwar nehmen Einige „Kraft" an, als die einzige Bedingung, die magnetischen Erscheinungen zu verstehen. Allein die Kraft selbst ist, ihnen eine „Qualitas occulta" etwas Unbegriffenes, und können sich dann natürlich daraus nichts begreiflich machen.

105.

Die Dynamik in der angeführten Bedeutung (6) reicht allein aus, den Magnet und seine Erscheinungen verstehen zu geben; denn durch sie wissen wir, was Naturkraft ist, und vermögen auch ihre Realität zu erweisen (Allg. Dyn. 35.). Die magnetische Thätigkeit, der Grund der magnetischen Erscheinungen (der Magnetismus), ist die dynamische Dreieinheit, welche sich in der Materie offenbaret nach der Länge (Linie), die sich an einem Ende als Expansion $= +$, am andern als Contraction $= -$ und in der Mitte als Indifferenz $= 0$ äuſsert. Diese dynamische Thätigkeit ist reell

und vollkommen hinreichend alle magnetischen Erscheinungen zu erklären, wie das Folgende darthun wird: dieselbe ist daher der wahre Erklärungsgrund (8. ***).

106.

Der Magnetismus (das Linienleben der materiellen Natur) ist demnach nur im Starren, Cohärenten zu suchen; denn nur im Starren, Cohärenten tritt die Linie hervor (18.). Zeichnen sich aber die Metalle an Starrheit (Cohärenz) vorzüglich aus (46.); und ist unter den Metallen das Eisen, das gemeine und gestählte, am meisten cohärent (46. *): so muſs Eisen und Stahl mit Vorzug zu magnetischen Erscheinungen geeignet sein.

*) Die Erfahrung stimmt auch hier mit der Speculation vollkommen überein, wie wir nachher zeigen werden.

107.

Unsere ganze Erde gehört als solche zu den Starren, Cohärenten. Es muſs daher auch sie den Magnetismus empfänglich sein. Allein die Erde ist, gleichwie Eisen und Stahl, an sich eine Indifferenz der dynamischen Kräfte (Allg. Dynam. 40.). Es muſs also von aussen her etwas hinzukommen, daſs die Linien-Indifferenz differenzirt, das Plus und das Minus aus ihr durch Erregung hervorgehen macht, damit sich Eisen, Stahl, Erde magnetisch äussern (102.).

108.

Wir kennen die Sonne als das allgemein erregende Princip auf unsrer Erde (92.) Die

Sonne erregt auch wirklich unsere Erde zum magnetischen Leben. Unsere Erde ist nämlich mit ihrer Achse gesenkt gegen die Sonne (geneigt auf die Ekliptik), und dadurch mit ihrem südlichen Pol der Sonne mehr zugewandt, mit dem nördlichen von ihr mehr abgekehrt, auf der Südseite stärker als auf der Nordseite beleuchtet, während daſs die Mitte, der Aequator, immer dieselben Einflüsse der Sonne genieſst. Die Expansion der Sonne löset daher die Indifferenz der Erdachse, indem sie das Minus des Erdpols suchend, aus ihm das Plus frei macht, das dann wieder das Minus am nächsten Punct der Erdachse suchend, auch aus diesem das Plus befreit u. s. w. Daſs also die Erdachse eine Linie wird, die südlich — M, nördlich + M und in der Mitte, wo sich + M und — M berühren, indifferent ist (Allg. Dyn. 63.).

*) Daſs das Sonnenlicht das Erregende des Magnetismus, wie in der Erde, so in dem Magnetstein ist, erhellet aus Beobachtungen. Gmelin fand in Sibirien die besten Magnete in unbeträchtlichen Tiefen, und an mit Moos bedeckten, und der Luft (und dem Lichte) bloſs gestellten Felswänden (Wallerius Mineralsystem. II. Th. Berlin 1793.). Nach Werners Erfahrungen erhält der Magnetstein erst zu Tage gefördert, auf der Halde, seine Polarität (Steffens Briefe zu der innern Naturgeschichte. I. Th. Freiberg 1801.).

109.

Unsere Erde ist also magnetisch, am Südpole = —, am Nordpole = + und am Aequator = o, und die Erdachse gleicht der Linie + ——————— —.

*) Es werden daher in der nördlichen Hälfte der Erde die Starren, zumal Eisen, an der nördlichen Polarität Theil nehmen, und zwar im Verhältnifs ihrer Annäherung zum Nordpol. — Nach der Beobachtung eines Seemannes zeigte ein stehender Magnetstab an seinem untern der Erde zugekehrten Ende wirklich von England an bis den 10° nördlicher Breite, den nördlichen, in der südlichen bis auf den 8° 7′ den südlichen Pol. Am Aequator = 0° 57′ verlor sich seine magnetische Polarität beinahe ganz (Bergmann).

Die Planeten sind Körper unserer Erde ähnlich (90.); auch ihre Achse ist auf ihre Laufbahn, mithin mit ihrem Südpol gegen die Sonne geneigt: es tritt daher auch in der Achse der Planeten eine Linienpolarität hervor, wie in der Erdachse. Es sind daher „alle Planeten Magnete."

110.

Da unsere Erde in Verbindung mit den Planeten und der Sonne ein organisches Ganzes bildet, nämlich das Planetensystem (90.), und Planeten Magnete sind: so ist klar, dafs die magnetischen Erscheinungen auf Erden, nicht rein tellurisch, sondern Erfolge eines complicirten Processes seien, indem auch von Aussen her dynamische Einflüsse mitspielen.

*) Diese Thatsache ist ein Regulativ für den Beobachter der magnetischen Erscheinungen, dafs er seinen Blick nicht blofs auf die Erde heftet, sondern auch nach den Himmel richtet,

und das Verhältniſs der Weltkörper zur Erde in Anschlag bringet, um das, was ohne solche Beziehung unbegreiflich ist, zu verstehen, und das, was hier und da Anomalie scheint, für gesetzmäſsig zu erkennen.

111.

Der Magnetismus des Magnetsteins kann durch Kunst verstärkt werden. Man schneidet (säget) einen Magnetstein so durch, oder schleift ihn so ab, daſs zwei entschiedene Pole an zweien Enden einer Linie z. B. a und b (Fig. 10. Taf. I.) hervorgehen. Jeder Seite, die man gleichmäſsig zuebnet, werden zwei Bleche cd und ab mit dicken Füssen m, n, vom weichen polirten Eisen angepaſst. Bringt man jetzt ein eisernes geschliffenes Queerstängchen an die zwei Füsse, und hängt von dessen Mitte Gewichte herab, so zeigt der Augenschein: daſs derselbe Magnet ungleich mehr Eisen trage, als er vorhin ohne diese Vorrichtung zu tragen vermögend gewesen, d. i. der Magnetismus des Magnetsteins ist durch die Kunst verstärkt.

*) Einen auf solche Weise verstärkten Magnet nennt die experimentirende Physik armirt, und die Verstärkungsanstalt eine Armatur; die Seitenbleche heiſst sie Flügel, das Eisenstängchen den Träger (Anker). Die Gröſse der Verstärkung hängt ab von der Dicke der Bleche cd, ab, und ihre Füsse m, n; auch davon, daſs ein Blechchen dc (der Schenkel der Armatur) etwas länger als der andere ab, (der Fuſs der Armatur) ist, und daſs der Trä-

ger über die Füfse hinausgehe. — Das Maximum der Verstärkung ist überhaupt noch von Individualitäten abhängig, und mufs durch Probiren erreicht werden.

112.

Der Magnetismus kann auch mitgetheilt werden. Bringt man eine Nadel von Eisen an einen Pol eines Magnets: so wird dieselbe im Augenblicke der Berührung in einen Magnet umgewandelt; denn die abgesonderte und an einem ungewundenen Seidenfaden horizontal aufgehängte Nadel richtet sich nach den Erdpolen; neigt sich mit einem Ende zu einem andern Magnet von entgegen gesetztem Pole, und stöfst einen gleichnamigen ab; zieht aber Eisen an beiden Polen an.

113.

Die Mittheilung des Magnetismus ist blofs dynamische Erregung. Der Magnetismus ist nichts anders als die dynamische Kraft der Natur, deren Erregung durch Berührung eines Gegensatzes die Erscheinung von Mittheilung einer Kraft giebt (Allg. Dyn. 75.). Es ist daher die Mittheilung des Magnetismus blofs dynamische Erregung durch Berührung bedingt.

*) Eisen ist nämlich die Erscheinung der dynamischen Synthese von Expansion und Contraction im bestimmten Verhältnifs. Berührt daher der Pluspol des Magnets = + M die Nadel, so sucht er sich mit ihrem Minus = — M zu vereinen: dadurch wird das Plus in der Nadel frei,

das im nächsten Puncte das Minus suchend, abermal das Plus befreit u. s. f., daſs also ein dynamischer Zustand in der Nadel entsteht = — ——o—— +.

**) Daraus die Erklärung zum Theile der *Verstärkung des Magnetsteins durch die Armatur* (111.): es wirken nämlich die zwei Pole auf die Träger, deren jeder seinen Gegensatz im Eisen hervorruft. — Die wichtigste Anwendung der Mittheilung des Magnetismus durch Berührung zeigt sich in *Verfertigung künstlicher Magnete.*

114.

Die Kunst verfertigt nämlich Magnete durch *Streichen* (fortgesetzte Berührung) *stählerner Stäbe*, die an Stärke die Magnetsteine (die natürlichen Magnete) weit übertreffen. Man zieht zu künstlichen Magneten Stahl dem weichen Eisen vor; denn obgleich Stahl nicht so geschwind den magnetischen Zustand annimmt, als Eisen, so behält er ihn doch länger als Eisen. Man nimmt Stäbe, welche gewöhnlich die Gestalt eines Parallelepipedums haben, von 4 — 5 Zoll Länge, 1/4 — 1/2 Zoll breit, und 1/10 — 1/12 Zoll dick sind, alsdann entweder *gerade* ausgehen oder in Form eines *Hufeisens* gebogen sind.

Die Methode, die Stäbe zu streichen, ist zweifach, und wird in die *vom einfachen* und in die *vom Doppelstrich* unterschieden. Den *einfachen* Strich nenne ich das Streichen eines stählernen Stabes mit *einem Magnetpol* von einem Ende zum anderen *in einer Richtung* hin. Der *Doppel-*

strich ist mir das Streichen eines Stahlstabes von der Mitte aus mit zwei Polen nach entgegengesetzter Richtung.

Nämlich man setzt z. B. den Südpol eines armirten Magnets an einem Ende des Stahlstabes auf, und streicht langsam und gleichförmig über den ganzen Stab hin. Man wiederholt das Streichen mehrmalen unter der Vorsicht, daſs die Hand mit dem Magnet in einiger Entfernung vom Stabe, gleichsam in einem Bogen wiederkehrt. Der Stab wird ein Magnet durch den einfachen Strich, und zwar so, daſs der Stab dort, wo das Streichen anfängt, einen Pol zeigt, der dem Magnetpol gleichnamig, hingegen dort, wo das Streichen endet, einen Pol weiset, der dem streichenden Magnetpol entgegen gesetzt ist.

Wird der Südpol des Magnets in der Mitte des Stabes aufgesetzt, und langsam und gleichförmig über die eine Hälfte des Stabes nach N (Fig. 11. Taf. I.) hingestrichen; alsdann der Nordpol von der Mitte aus in der entgegengesetzten Richtung über die andere Hälfte des Stabes nach S hingeführt: so erhält man einen Magnet durch den Doppelstrich, der nach mehrern Strichen, die unter der vorigen Vorsicht gemacht werden, sehr stark ist.

*) Auch in diesem Falle nimmt das Ende, wo man zu streichen aufhört, den entgegengesetzten Pol an. In der Mitte, wo die beiden Pole aufgesetzt werden, verbinden sich die Gegensätze zur Indifferenz.

**) Stellt man beide Pole des armirten Magnets in die Mitte des Stabes (Fig. 10.), und fährt

mit dem Nordpol voraus nach S: hernach wieder zurück bis zur Mitte, und von da aus nach N; hernach wieder zurück in die Mitte des Stabes, und nimmt dann nach öfterer Wiederholung derselben Striche den Magnet von der Mitte weg; so erhält man einen Magnet der bei S, wo der Nordpol zu streichen aufhörte, den Südpol, und bei N, wo das Streichen nach dem Südpol endete, der Nordpol hat: daſs es also ein magnetisches Gesetz ist; das Ende eines Stahlstabes, wo man mit einem Magnetpol zu streichen anfängt, erhält den gleichnamigen, das andere Ende, wo man zu streichen aufhört, den ungleichnamigen Pol. — Die weitern Kunstgriffe bei Verfertigung und Verstärkung der künstlichen Magnete nach Mitschell, Canton, Antheaulme, Knight u. a. sind zu monstriren im Experimentalcollegium.

115.

Das Wichtigste, das aus der Entdeckung der künstlichen Magnete und ihrer Verstärkung hervorgieng, besteht wohl vornehmlich darin, daſs die experimentirende Physik dadurch zu einem Reichthume magnetischer Versuche gelangte, und die Physik als Wissenschaft Mittel erhielt, ihre speculativen Einsichten im Experiment anschaulich zu machen. Jene gab den Seeleuten die Bouſsole, der Markscheidekunst den Grubencompaſs u. s. w. Diese führt vom Nutzen zu einem höhern Gut, zur Erkenntniſs der Natur.

116.

Die Boussole (Compass) ist eine Büchse, worin ein sehr bewegliches Magnetstängchen (Magnetnadel genannt) mit ihrer Richtung die Erdpole (94.), und dann mittelbar die Weltgegenden anzeigt. Die Erfindung des Compasses wird einem Neapolitaner Flavio Gioja aus dem 14. Jahrh. zugeschrieben. Doch soll der Gebrauch der Magnetnadel zur Bestimmung der Weltgegenden schon im 9. Jahrh. den Chinesen bekannt gewesen sein. Die Araber sollen denselben von den Chinesen empfangen, und hernach den Europäern mitgetheilt haben (de Guignes). Der Naturforscher bedient sich bei magnetischen Versuchen einer Magnetnadel ohne Büchse. Ihre schicklichste Einrichtung ist diese. Aus gehärtetem Stahlblech wird die Nadel 2 1/2 Zoll lang in Form zweier spitzig auslaufender und mit ihren Basen vereinter Kegel ausgeschnitten, und in der Mitte mit einem conischen Hütchen aus Messing oder hartem Stein versehen, und mit seinem Schwerpunct auf eine scharfe Spitze gestellt, dafs die Nadel vollkommen horizontal schwebet. Um eine Hälfte von der andern zu unterscheiden, läfst man eine blau anlaufen.

117.

Sobald die Nadel durch den Doppelstrich magnetisirt worden (114.), so zeigen sich zwei sehr merkwürdige Erscheinungen; denn aufserdem, dafs sich die Magnetnadel nach Norden und Süden wendet,

nimmt sie mit ihrem Nordpol eine Neigung gegen den Horizont an, und weicht vom Nordpol westlich etwas ab.

*) Diese magnetischen Phänomene sind unter dem Namen der Inclination und Declination der Magnetnadel von jeher ausgezeichnet worden. Man hat sehr scharfsinnige und kunstreiche Vorrichtungen die Senkung der Magnetnadel gegen den Horizont, und den Winkel ihrer Abweichung von der Erdachse zu messen: man nennt sie Inclinatorien und Declinatorien. Robert Norman, ein Künstler aus England, soll 1576 zuerst Versuche mit einem Inclinatorium bekannt gemacht haben. Die Pariser Akademie setzte 1741 Preise aus auf die Vervollkommnung der Inclinatorien (Neigungs-Compaſse). Daniel Bernoulli, Euler und de la Tour haben sich um dieselbe verdient gemacht (Recueil des pieces sur les Bouſsoles d'Inclinaion. à Paris 1748.). Brugmann giebt jenes Inclinatorium für das vollkommenste aus, das er sich nach Vorschrift der eben genannten Gelehrten von Janus van der Bild verfertigen lassen. In Teutschland hat Brander das magnetische Inclinatorium sehr vollkommen geliefert (Branders Beschreibung etc. Augsburg 1779.). — In Hinsicht der Declinatorien gab die Akademie zu Paris auch die Preisfrage auf: wie man die vollkommensten Abweichungsnadeln verfertigen, und mittelst derselben die Gesetze der Declination entdecken könne? Van Schwinden und Coulomb gaben schöne Anrichtungen, und stellten damit genaue, schätzbare Versuche an. Auch Brander fertigte niedliche und sehr zweckmäſsig eingerichtete Declinatoren (Beschreibung des magnet. Declinatorii und Inclinatorii etc.).

118.

Eine richtige Bestimmung der Inclination und Declination der Magnetnadel unterliegt grofsen Schwierigkeiten. — Aus den Berichten gelehrter Reisenden und aus Zusammenstellung alter und neuer Beobachtungen geht nach Biot und v. Humbold hervor, dafs es einen um die ganze Erde herumlaufenden magnetischen Aequator gebe, worauf die Magnetnadel „horizontal" steht, und von dessen beiden Seiten aus eine nördliche und südliche Inclination den Graden der Breite proportional wachse, bis sie in den magnetischen Polen wahrscheinlich ihr Maximum, d. i. 90° erreicht. Mit Ausnahme einer oder einiger starken Krümmungen durchschnedet dieser den geographischen Aequator in einem Winkel von 12°. Der eine Knoten derselben ist bei 115°, 34′ westl. Länge von Paris, im Südmeer bei der Insel Gallago, 900 Lieues von den Küsten Perou's, wonach der zweite Knoten in 295° 34′ westl. Länge fallen mufs. Indefs haben es William Bayly und Cook anders gefunden, und da sind die Beobachtungen nicht einstimmig. — In Europa, Asien, Afrika, den atlantischen Ocean und den Ostküsten von Amerika scheint der magnet. Aequator einen regelmäfsigen gröfsten Kreis zu bilden, und die Inclination auf beiden Seiten gleich zu sein. Der eine magnetische Pol ist diesem zufolge bei 25° westl. Länge und 78° nördl. Breite im östlichen Theile von Grönland. Die gröfste Inclination = 82° hat Phipps unterm 79° 44′ nörd. Breite und 131° östl. Länge beobachtet. Wilke entvarf aus den Observationen des P. Fevillee, de la Caille und Capit. Ekerbergs eine sogenannte Neigungs-

charte (1768). Auch Funk zeichnete die Neigungslinien auf seine Charte (1781). Indeſs varirt die Inclination gar sehr an demselben Orte, ohne sich an eine bestimmte Periode zu halten; ja nicht einmal an demselben Tage bleibt sie stets dieselbe. Es haben daher die Inclinationscharten nur sehr beschränkten Gebrauch.

119.

Nach den neuesten vorzüglich durch v. Humbold angestellten Beobachtungen geht eine Linie, wo keine „Declination" statt findet, durch einen Theil des attlant. Oceans, schneidet den Meridian von Paris bei 65° südl. Br., läuft von dort westlich bis 35° westl. Länge nach der Küste von Paraguay, nimmt alsdann ihre Richtung nördlich an der Küste von Brassilien her bis in die Breite von Cayenne. Von hier wird sie nordwestlich, geht nach den vereinten Staaten von Amerika, und in der nämlichen Richtung durch das Continent von Nordamerika. Allein auch diese Linie ist nicht fest bleibend. Auf beiden Seiten dieser Linie, so wie man sich östlich oder westlich entfernt, wird die Declination der Nadel merklich. Dieselbe ist westlich im westlichen Europa, z. B. in Salzburg 1798 = 18° 36′; in Dresden 1797 = 18° 30′; in Berlin 1805 = 18° 5′; in Stockholm 1787 = 15° 17′ etc. Die gröſste Abweichung auf der südlichen Halbkugel fand Cook bei 60° 49′ Br. und 93° 45′ westl. Länge von Paris = 43° 45′ west.

Wenn man die Beobachtungen der magnet. Declination, welche an verschiedenen Orten verschiedener Weltgegenden angestellt werden, auf einer Landcharte durch Puncte anmerkt, und durch diese Li-

nien zieht, so entsteht eine Krümmung (eine Reihe von Abweichungslinien), und geben dann der Charte den Namen Declinationscharte. Halley zeichnete eine solche Charte für das Jahr 1700 (in Muschenbroeks dissert. de Magnete); Lambert hat eine neuere für das Jahr 1772 entworfen (Gehler phys. Wörterb.). Aus solchen Charten ist zu ersehen, daſs eine Linie auf der Erde von dem südlichen Theile des groſsen Indianischen Meeres und Neuholland, durch die Philippin. Inseln des südl. China, und durch Asien bis an das Eismeer zwischen Nowa Zembla und Spitzbergen geht, in welcher keine Declination ist. Eine andere Linie geht durch das ethiopische Meer und einen Theil des atlant. Meeres, bei dem Cap St. Augustin in Brasilien vorbei, und neben den Bermud. Inseln in die Nordamerikan. Länder; von dieser letzten Linie an ist auf der Erde nach Osten die Declination der Magnetnadel westlich; sie ist daher in ganz Europa, in Afrika, in den östlichen Theilen der Nordamerikanischen Länder, und in dem südlichen Theile des westlichen Asiens westlich. Die westl. Abweichung nimmt von jener Linie immer mehr und mehr zu, bis in Ocean westwärts vom Vorgebirge der guten Hoffnung, wo sie 1770 am gröſsten = 25° ist. Von da an nimmt die Abweichung der Magnetnadel ab, je weiter man nach Osten rückt, und wird immer kleiner, bis sie sich an der vorhin erwähnten Linie wieder verliert. Von dieser Linie ostwärts fängt die Declination an östlich zu werden; wächst immer bis auf 25° unterhalb der südl. Spitze von Amerika; von hier nimmt die östliche Abweichung wieder ab, und verliert sich auf der bemerkten zweiten Linie.

Allein auch solche Charten haben nur einen temporären Werth. Die Declination bleibt sich nicht con-

stant. Dieselbe ist am nämlichen Orte in verschiedenen Jahreszeiten, oft am nämlichen Tage verschieden, wie dieses die Vergleichung der von den nämlichen Männern und mit gleichen Instrumenten angestellten Beobachtungen aufser Zweifel setzt. Namentlich ist in unsern Gegenden die Declination seit langer Zeit zunehmend westlich gewesen, darf aber nun als stillstehend angenommen werden, wie dieses erhellet aus den genauen Beobachtungen, welche Cotte in Paris angestellt.

*) Die tägliche Variation in der magnetischen Abweichung an dem nämlichen Orte haben mehrere Naturforscher mit Genauigkeit und Beharrlichkeit beobachtet. Trachart nahm 1682 zu Louvo eine periodische Veränderung an der Nadel wahr, so, dafs sie an jedem Tage sich morgens westlich, abends östlich lenkte, und des Nachts unverändert blieb. Graham (1722), Wargentin (1780) und Canton (1756) bemerkten ähnliche Perioden der täglichen Abweichung. Nach Van Schwinden fällt die gröfste Abänderung (von der westlichen zur östlichen Declination) zwischen Mittag und 3 Uhr Nachmittags. Aus den 16 monatlichen Beobachtungen Gilpin's ergiebt sich, dafs die Declination in minimo morgens zwischen 7 — 8 Uhr und in maximo gegen 1 — 2 Uhr Nachmittags erscheine. Indefs wird auch diese Regelmäfsigkeit wieder mannigfaltig gestört (Coulomb).

120.

Obgleich die Beobachtungen über die magnetischen Phänomene der Inclination und Declination

noch lange nicht als vollendet anzusehen sind: so ist doch so viel gewifs, dafs sich die Natur in denselben geheimnifsvoll ausspricht. Aber auch hier vermag die Dynamik das Mysterium einigermafsen zu enthüllen. Dieses erhellet aus dem Zusammenhang der Inclinations- und Declinations-Phänomene mit der dynamischen Ansicht des Magnets.

1. Die Erde ist ein natürlicher Magnet (108.), und ihr Magnetismus drückt sich in der Erdachse an ihrem nördlichen Ende $= + M$, und an ihrem südlichen Ende $= - M$ aus. Die Pole sind indefs keine mathematische, sondern physische Puncte, also Räume, und die Linie, welche dieselben verbindet, gleicht einer Säule.

2. Es giebt aber in den Polen als Räumen gleichwie Linien so auch magnetische Polaritäten (Seiten- und Tiefe-Polaritäten) wie ich nachher an unsern Magneten weisen werde.

3. Auf die Seiten-Polaritäten der Erde haben vornehmlich Lichterscheinungen, wohin auch die Nordscheine etc. gehören, Einflufs. — Auch der Galvanismus, der nach Davy in der Erde hier und da wirkt, ändert die Magnetnadel. (Von den galvanischen Versuchen in Beziehung auf die Magnetnadel nachher).

4. Ueberdiefs ist nicht allein unsere Erde ein Magnet, sondern der Magnetismus wohnt allen Planeten ein (109.). Unsere Erdpolarität wirkt daher nie rein auf unsere Magnetnadeln, sondern die Richtung derselben ist ein Resultat eines magnetischen Processes des ganzen Planetensystems.

121.

Die angeführten Thatsachen orientiren den Naturforscher über die Phänomene der Inclination und Declination einer Magnetnadel richtig. Nämlich der Nordpol unserer Magnetnadeln hat seinen Namen von der Richtung, die er nach Norden nimmt. Die Neigung unserer Magnetnadeln ist aber nur Ausdruck ihres Gegensatzes mit dem nördlichen Erdpol (23.), und hat demnach den negativen Charakter = — M, weil der Nordpol vom positiven Charakter ist = + M (108.). Es wird aber die ganze nördliche Halbkugel der Nördlichkeit = + M (im verkehrten Quadratverhältnifs vom Pole) theilhaftig (101.* 108.*): es mufs sich also die Nadel = — M gegen den nördlichen Horizont = + M neigen. — Im Aequator ist das Streben der Nadel nach Norden dem nach Süden gleich; denn das + M der Nadel sucht sich gleichmäfsig mit dem — M des Südpols zu vereinen u. s. w.

*) Diese Erklärung kann mit einem bekannten Versuche erläutert werden. Man hängt eine Nähnadel, die magnetisirt ist, und in ihrer Mitte von einem Seidenfaden herabhängt, horizontal jetzt über die Mitte eines Magnetstabes, dann über die nördliche, hernach über die südliche Hälfte desselben. In der Mitte (= der Aequatorgegend), wo das Streben beider Pole der Nadel, nach den entgegengesetzten des Magnetstabes gleich ist, schwebt die Nadel ganz horizontal; in der nördlichen Hälfte neigt sich der Südpol gegen

dieselbe; in der südlichen senkt sich der Nordpol.

**) Wird eine magnetisirte Nadel senkrecht an einen zarten Faden mit ihren Minuspol nach unten gekehrt, aufgehängt, so wird dieselbe durch keinen Zug nach Norden von ihrer verticalen Richtung abgebracht; auch im Gewichte der Inclinationsnadel ändert sich nicht das Geringste; man fragt: warum? — Was die erste Erscheinung betrifft, so ist klar, daſs eine horizontale Magnetnadel auf einer Spitze höchst beweglich, nicht nur mit ihren nördlichen Pol = — M nach Norden = + M, sondern auch mit ihren südlichen = + M nach dem Südpol der Erde strebet, da im Gegentheile die an einen Faden aufgehängte Nadel minder beweglich, und in ihr nur ein Pol thätig ist. — Hinsichtlich des zweiten Falls antworten Coulomb und Hauy: das Gewicht kann sich nicht ändern, weil der eine Pol der Nadel nach Süden so stark als der andere gegen Norden gezogen wird." Allein diese Antwort genüget nicht, denn die Entfernungen der Erdpole sind in Beziehung auf unsere Inclinationsnadel nicht gleich. Auch ist nicht abzusehen, wie bei gleichen Streben der Magnetnadel nach Süden und nach Norden der Nordpol auf die Erde incliniren könnte. — Es wirkt hier kein mechanisches Moment auf die Magnetnadel, wie zum Beispiel bei einem Hebel; sondern ein dynamisches, wodurch wohl die Richtung der Arme einer Nadel nicht aber das Gewicht derselben alterirt wird, und dieses dynamische Moment sind die Polaritäten.

122.

„Die westliche Declination" ist eine Hinneigung der Magnetnadel nach der Westseite: es muſs also der nördliche Pol westlich von gröſserer Nördlichkeit im höhern Grade = + M sein. — Eine solche gröſsere Nördlichkeit wird aus den Seitenpolaritäten (120. 2.) begriffen, die am Pole statt hat. Der östliche Theil ist immer = — M (108.): mithin der westliche = + M. Es vereint sich also mit dem allgemeinen Nordpol = + M noch ein besonderes Plus M; wodurch dann die Nördlichkeit von der Westseite verstärkt werden muſs. Darum steht die Variation in den Graden der Abweichung mit den Tages- und Jahres-Zeiten in einigem Verhältniſs (119. *). U. s. w.

*) Da der Magnetismus den Starren einwohnt, und nur der Erregung bedarf (106.), so mögen wohl auf Erden da und dort die Umstände zur Erregung des Magnetismus auf dem Lande (120. 3.) und in den Gebirgen so günstig sein, daſs dann ihre Einwirkung Local-Veränderungen in der Magnetnadel hervorbringt, die man bisher unter kein Gesetz zu stellen wuſste. Hat ja v. Humboldt in den oberpfälzischen und angränzenden Gebirgen eine Gebirgskuppe von Serpentinstein wirklich magnetisch gefunden.

**) Die vielen Irregularitäten, welche die Declinationslinie weiset, sind übrigens nicht allein in der Erde und ihrem Verhältniſs zur Sonne, sondern in den Planeten samt und sonders zu suchen (110.). Der Experimentator hat daher bei Beobachtung der Magnetnadel das

Verhältnifs der Planeten (vielleicht auch der Sterne) zur Erde in Anschlag zu bringen, um das, was jetzt irregulär erscheint, gesetzmäfsig zu finden, ohne dafs Noth thut, sich sur Annahme eines oder mehrerer Magnete in der Tiefe der Erde zu flüchten, die um so willkührlicher ist, weil die Erfahrung lehrt, dafs die bekannten Magnete ihre Wirkung erst unter den Einflüssen des Lichtes äufsern. (108.). Die Wirklichkeit von Seitenpolaritäten machen auch die Hypothese von mehrern magnetischen Achsen entbehrlich. U. s. w.

***) Auch leuchtet aus dem, was bisher gelehrt worden, ein, dafs die Magnetnadel in jedem Medium, in Luft und Dampf, im Alkoholfeuer, in verdichteter und verdünnter Luft, ihre Wirkungen wie im Freien thun müsse; denn dieselben hängen von den Medien nur so fern ab, als sie Erscheinungen der Synthesen von dynamischen Kräften (7.) und durch die Linienkraft des Magnets erregbar sind; alsdann erregt die Erregung fortpflanzen.

123.

Alle Körper äufsern, gehörig behandelt, den Magnetismus, der ihnen ursprünglich einwohnt (105.). Wird Eisen von einem Magnet angezogen, oder hängt dieses jenem an, so wird das Eisen polarisirt, d. i. magnetisch. Nämlich der Magnetpol sucht im Eisen seinen Gegensatz, und differenzirt dadurch die Indifferenz. Das Eisenstängchen ab (Fig. 11. Taf. I.), das am Pluspole

der Magnetstange SN hängt, zieht mit seinem Ende b wirklich Eisen an, und erweiset sich an der Magnetnadel + M polarisirt; während daſs sein Minuspol a mit dem Pluspol der Magnetstange zur Indifferenz verbunden ist.

Was am Eisen vorgeht, gilt allgemein von jedem Körper. Nur unter der Bedingung wird ein Körper vom Magnet angezogen, daſs sich in ihm die Differenz, eine Polarisirung, einstelle, sonach Magnet wird. Die Empirie hat daher nur zu versuchen: ob wohl auch Körper jeder Art vom Magnet angezogen werden, um zu erfahren „alle Körper gehörig behandelt, äuſsern den Magnetismus, der ihnen ursprünglich einwohnt."

1. In Hinsicht des Eisens hat schon Muschenbroek beobachtet, daſs weiches, reines Eisen vom Magnet am stärksten angezogen werde; schwächer Stahl, hartes Eisen und Eisenerze. Noch schwächer fand er die Anziehung, wenn Eisen in Säuren aufgelöst oder mit Arsenik verbunden war. Auf vollkommenes Eisenoxyd ist der Magnet ganz unwirksam. (Durch Säure aufgelöstes oder sonst oxidirtes Eisen wird in einem Uhrglase auf Wasser gebracht, und der Versuch damit angestellt).

2. Vom Magnet werden ferner angezogen rohes Platinum, gefeiltes Zink, Kobalt, Nickel, Molybdenmetall.

3. Kieseligte Erden, als orientalischer Schmaragd, Granaten, Trippel.

4. Thonerden, als Rubine, Turmalin, Labradorstein, Röthel.

5. Talkerden, als Serpentinstein.

6. Kalkerden, als Muschelschalen.

7. Verbrennliche Mineralien, als Diamanten, gefärbte und ungefärbte.

124.

Man schrieb das Factum „die mannigfaltigsten Körper werden von starken Magneten angezogen" gewöhnlich auf Rechnung des Eisens, welches man denselben beigemischt dachte. Allein das ganz reine Kobaltmetall zieht nicht nur Eisen an (Wenzel), sondern dient sogar zu Magnetnadeln (Landriani). Vauquelin reinigte Nickel möglichst von allen fremden Zusätzen; ein Stück davon wurde von Hauy in einen förmlichen Magnet verwandelt, der ein Drittel seines Gewichtes trug. Diese Wirkung kann doch nicht den wenigen Eisentheilen zugeschrieben werden, die etwa der Reinigung entgehen konnten? Coulomb's Versuche entscheiden aber vollends, daſs alle Körper, gehörig behandelt, den Magnetismus äuſsern.

Coulomb hängte an einen Seidenfaden, wie er vom Cocon kommt, mithin ungedreht ist, Nadeln (Cylinderchen) aus verschiedenster Materie auf. Die Länge der Nadeln war nur 3 Pariser Linien, und ihr Durchmesser nicht über 3/8 Linie. Er hielt zwei Magnete mit ihren entgegengesetzten Polen so, daſs die Nadeln zwischen denselben schwebten, und nur etwa 3 Linien davon abstunden (Französische Annalen etc. Herausg. von Dr. Pfaff und Dr. Fridländer. III. H. Hamburg 1802.). Nun beobachtete Coulomb, daſs sich die Nadeln nach den Magnetpolen richteten, und durch dieselben bewegt, hin und her oscillirten.

Die Nadeln bestunden aus

Gold,

Silber,

Kupfer,
Blei,
Zinn,
Glas,
Kreide,
Knochen von Thieren, und verschiedenen Holzarten.
(Journal de Phys. Floreal A. 10. 1801.).

Wir erhalten also hier Magnete aus Gold, Silber etc. Glas, Thierknochen, Hölzern etc.

*) Auf den Satz „alle Körper, die vom Magnet angezogen werden, wandeln sich in demselben Momente selbst in Magnete“ stützen sich mancherlei Versuche, als: 1. Trägt ein Magnetpol z. B. — M so viel Eisen als er kann, und es wird ihm eine eiserne Platte unterlegt; so verstärkt sich sein Anziehungsvermögen auf das Eisen; denn man kann jetzt dem angehängten Gewichte etwas beilegen. Es bringt nämlich der Minuspol N. (Fig 11. Taf. I.) in a den Pluspol, in b aber den ihm gleichnamigen — M hervor. Indem sich nun in der Wirkungssphäre dieses Minuspols eine eiserne Platte befindet, so wendet sich ihr + M zu den — M des Stäbchens: wobei durch Wechselwirkung dieses — M, folglich auch das + M von a verstärkt wird. 2. Aus demselben Grunde hebt ein Magnet von einem Ambos ein gröſseres Stück Eisen auf, als von einem hölzernen Tische. 3. Daraus hat auch die Beobachtung de Chales ihre Erklärung, daſs ein Magnet, der 2 Unzen Eisen trug, nicht vermögend war, 1 Unze Eisen und 1 Unze eines andern Metalls zu tragen. U. s. w.

125.

Eisen ist indefs unter allen Erdekörpern der magnetischen Erregung am meisten empfänglich. Unzählige Beobachtungen setzen diese Thatsache aufser Zweifel. Hier nur einige Versuche.

1. Man zeichne auf den Zimmerboden einen Kreis; ziehe eine Mittagslinie und den Aequator, und schreibe mit Anfangsbuchstaben die Weltgegenden hinzu. Man lege ein 2 Fufs langes, und 1 1/2 Linie dickes Stängchen von weichem Eisen, das rein und polirt ist, über die Mittagslinie. Nach einigen Stunden zeigt sich das Stängchen magnetisch, an dem Theile, der nach Norden sieht, nördlich, am entgegengesetzten südlich.

2. Die verkehrte Lage ändert die Polaritäten.

3. Auf die Aequatorlinie gelegt, verliert das Stängchen allen Magnetismus, kehrt zur Indifferenz zurück.

4. Läfst man das Eisenstängchen horizontal auf die Mittagslinie niederfallen, so wird dasselbe sogleich polarisirt, in der Richtung nach Norden, nördlich, in der nach Süden, südlich.

5. Fällt das Stängchen über der Aequatorlinie nieder, so verliert sich wieder alle Polarität.

6. Hält man das Eisenstängchen der Meridianlinie parallel, und schlägt mit einem hölzernen Hammer einige Male darauf, so wird es, wie durch seinen Fall, oder wie in seiner ruhigen Lage magnetisirt.

7. Allemand beobachtete, dafs eine feine Nadel von einem eisernen Stabe auf einer eisernen Platte liegend nicht, wohl aber über einer 48 Pfund gewichtigen Kugel angezogen werde. Der Durchmesser der Kugel wird nämlich blofs über die Erde ruhend in den

Magnetismus der nördlichen Erdhälfte hineingezogen, und wie ein stehender Stab (108. *) polarisirt.

8. Ein glühendes Stängchen von Eisen wird auf eine Magnetsange gelegt, nach seiner Abkühlung an dessen Nordpol südlich, und an dessen Südpol nördlich magnetisirt erfunden.

9. Ein erhitztes Eisenstängchen geht, wenn es in den Meridian gehalten wird, durch blofse Abkühlung in einen Magnet über.

10. Gerne werden Instrumente von Eisen durch Bohren, Hammern etc. Nadeln durch den Schlag einer elektrischen Batterie, wenn ihre Richtung der Erdachse parallel ist, wie Stangen vom Blitze getroffen, magnetisirt. U. s. w.

*) Nämlich der Magnetismus der nördlichen Erde $= + M$ strebt unaufhörlich das leicht erregbare $- M$ im Eisen aus seiner Indifferenz hervorzurufen, und dadurch im Eisen die Liniendifferenz (magnetische Polarität) zu bewirken (113.). Dieser magnetische Einflufs ist vornehmlich bei dem Experimentiren mit der Magnetnadel beständig in Erwägung zu ziehen.

126.

Die Erregbarkeit des Eisens zur magnetischen Polarität ist sehr auffallend zu sehen in der Eisenfeile. Wird ein Streifchen Eisenfeile über eine Glastafel ausgebreitet, und mit einem Magnetpol unter derselben weggestrichen, so nehmen die Eisentheilchen eine linearische Lage an, und bilden einen Magnet, der auf eine Magnetnadel sehr merklich wirkt, und zwar nach dem Gesetze des einfachen Streichens. Der Anfang

des Streifes Eisenfeile zeigt dem Magnetpol gleichnamige, das Ende desselben ungleichnamige Polarität.

*) Nämlich jedes Eisentheilchen wird magnetisch, und sucht mit einem Ende seinen Gegensatz; verbindet sich dadurch mit einem andern Eisentheilchen, dieses auf dieselbe Weise wieder mit einem andern u. s. f., daſs dann eine Reihe von kleinen Magnetchen entsteht, die sich in der Mitte zur Indifferenz verbinden, zu äusserst aber die Pole frei geben. — Eine Störung in der linearischen Lage der Theilchen hebt auch den Magnetismus „das Linienleben" in der Eisenfeile auf.

Stellt man eine Reihe Magnetnadeln auf gleich hohen Stativen in einer Reihe auf, daſs sich die Nadeln mit ihren ungleichnamigen Polen, die sie einander zuwenden, beinahe berühren: so erscheint in allen Nadeln bei dem geringsten Anstoſs das regste Leben. Bringt man die Nadeln einander so nahe, daſs sie sich gerade mit ihren entgegengesetzten Polen berühren: so vereinigen sich alle in eine Linie, die noch bei einem mäſsigen Anstoſs fest ist. Trennt man die Nadeln wieder, so erwachen sie insgesamt zum neuen regen Leben.

*) Wir sehen hier nur das dynamische Gesetz anschaulich gemacht: „das magnetische Leben besteht im Hervorgehen zweier Differenzen aus der Indifferenz, und im Zurückstreben zweier Differenzen in die Indifferenz," und nehmen dann wahr: die dynamische Indifferenz sei nicht Nichts, keine Nulle, sondern die Einheit zweier Gegensätze. —

Läfst man sich einen *Stab* mit *mehrern Knieen* fertigen; nagelt darauf ein Stahlblech, das bei den Knieen durchschnitten ist, und magnetisirt dann den Stahlstreifen durch den Doppelstrich, so erhält man einen Magnet, der durch das Biegen in so viele besondere Magnete zerfällt, als Kniee angebracht sind. Streckt man den Stab von Neuem aus, so kommt wieder nur *Ein Magnet* zum Vorschein. Hier also abermal die lehrreiche Erscheinung vom Hervorgehen der Differenzen aus der Indifferenz, und von der Rückkehr der Differenzen zur Indifferenz. — Hängt man an den Pol einer Magnetstange einen kleinen Schlüssel, und nähert ihm eine andere Magnetstange mit dem entgegengesetzten Pol bis zur Berührung: so *fällt der Schlüssel ab*; denn die beiden Gegensätze bilden eine Indifferenz; welches nicht geschieht, wenn ein gleichnamiger Pol angenähert wird, denn da fällt der Schlüssel nicht ab. U. s. w.

Da die Rückkehr zweier Pole in die Indifferenz nur *Streben zur Vereinigung*, und selbst das Hervorgehen zweier Pole aus der Indifferenz durch *Erregung* (durch das Vereinigungsstreben zweier Gegensätze) bedingt ist: so ist nur das *wechselweise Streben nach Einheit*, oder *Anziehung* eine „Wirklichkeit"; das *Abstossen* gleichnamiger Pole ist daher ein *blosser Schein*.

*) Die Sache läfst sich so erläutern. Der Magnetismus wirkt in Form der Linie, die aber immer in einer Umgebung existirt, in welche die Pole eingreiffen $= - + \overline{\quad\circ\quad} - +$.

Denn das Plus der Linie sucht einerseits das Minus in der Umgebung, und anderseits ihr Minus das Plus; und da ist wegen — 1 und + 1 auf einer, und — 1 und + 1 auf der andern Seite die Linie (die Nadel) in Ruhe. Lassen wir nun zum Plus dieser Nadel einen Pluspol nahen; so hat das Plus dieser Nadel in der Umgebung keinen Gegensatz mehr; dasselbe wendet sich daher von dem Südpol ab, während das Minus des andern Endes der Nadel sich dem starken Plus zuwendet. In Wahrheit ist also hier überall nur Streben zur Annäherung, und das Stossen ist Schein. Man erklärt sich auch durch blosses Anziehen der magnetischen Gegensätze alle Erscheinungen. Z. B. legt man ein gebogenes Stahlblech, das magnetisirt worden, auf eine Magnetstange so, daſs die ungleichnamigen Pole übereinander kommen, so dreht sich die Stahlfeder, d. i. die entgegengesetzten Pole suchen einander. — Bringt man über zwei gleichnamige z. B. zwei nördliche Pole zweier Magnetstangen ein weiſses Papier, und streuet über dieses gefeiltes Eisen, so legen sich die Eisentheilchen so, daſs sie eine Divergenz bilden. Diese Divergenz ist nur Ausdruck der Sehnsucht, der gleichen Pole nach ihren Gegensätzen, um sich mit ihnen zu vereinen. U. s. w.

127.

Aus den bisherigen Versuchen, namentlich aus denen mit mehreren Magnetnadeln, und mit einer Reihe Eisenfeile geht hervor, dafs die Vereinigung zweier entgegengesetzter Pole so viele dynamische Indifferenzen (Einheiten von + M und — M), und die Pole selbst nur die Erscheinung vom Suchen ihres Gegensatzes seien. — Dieses bestätigt auch das Zerbrechen einer stählernen Stricknadel, welche magnetisch ist; dieselbe zerfällt in so viele Magnete als Stücke, wie ein Magnetstein, der zertrümmert wird, so viele Magnete als Trümmer giebt. — Ja selbst die Pole sind Synthesen von + M und — M nur mit vorherrschendem Plus oder Minus.

Nämlich man kann aus dem Pluspol wirklich das Minus M und die Indifferenz, und aus dem Minuspol wirklich das Plus M und die Indifferenz hervorrufen, und unter empirische Anschauung bringen. Die Versuche werden so angestellt: eine magnetisirte Stricknadel wird z. B. mit dem Pluspol in gefeiltes Eisen eingetaucht: es hängt sich die Eisenfeile bartförmig an den Pol an. Nähert man nun den Pluspol einer starken Magnetstange: so fallen schon in der Entfernung die Eisenfeile vom Pole; sein Zustand ist daher indifferent; er wirkt auch wirklich nicht mehr auf Eisen. Nähert man hierauf den starken Pluspol noch etwas mehr; so ist das Nadelende wieder polarisch, und zwar = — M. Dieselben Erfolge kommen zum Vorschein, wenn man den Versuch mit dem Minuspol der Nadel anstellt.

*) Dieser herrliche Versuch war bisher bekannt unter dem Ausdrucke: „ein starker Pol vernichtet

einen schwächern, oder kehrt ihn ganz und gar um," ohne dafs man ihn gehörig zu deuten wufste.

128.

Zermalmet man in einem metallenen Mörser einen etwas lockern Magnetstein, und schwemmt ihn dann mit Wasser, bis dieses klar wird. Nimmt hierauf den Bodensatz von kleinen Körnern, und schlägt ihn durch ein Haarsieb: so erhält man einen feinen Sand, und samt diesem ein Mittel, die Wahrheit mehrerer bisher vorgetragenen, und einiger neuen Lehren, alsdann die Realität der Seiten-Polaritäten vor Augen zu stellen.

129.

Versuche. Man legt auf eine Glastafel, die sehr glatt und trocken, 8 Zoll lang und 6 Zoll breit ist, feinen Magnetsand (ungefähr 3 Drachmen am Gewichte); streicht ihn mit dem Finger zu einem 6 Zoll langen Streif, und drückt dann den Streif gelinde, beiläufig einen halben Zoll breit. Dieser Streif verhält sich zur Magnetnadel wie Eisen; denn er zieht die beiden Pole der Magnetnadel an.

Setzt man jetzt unter den Streif einen Pol an das Glas: so reiht sich der Sand in Linien und erhebt sich igelhautartig. Führt man dann den Magnetpol unter den Streif durch: so legen sich die Magnetlinien hinter denselben, so, dafs sie in der Mitte des Streifes wie gekämmte Haare aussehen, aufsenzu aber etwas stralig sind, und von der Richtung, in der sich der Pol unterm Streife weg bewegt, abgewandt, eine Länge geben, welche der Zeichnung (Fig. 12. Taf. I.) ähn-

lich und **magnetisch** ist; am **Anfange** des Strichs A den Pol weiset, den der unterstellte Magnet hat, bei B aber, am **Ende** des Striches, den ihm entgegengesetzt darstellt, in der **Mitte** die Indifferenz hat.

Wird der Hinstrich des Magnets nach AB in einen Herstrich nach BA verändert: so **wenden** sich die Magnetlinien, die sich aus dem Sande bilden; und der Streif ist ein **Magnet mit verkehrten Polen.**

*) Die feinen Sandkörnchen des Magnetsteins zeigen uns hier **atomistisch** „**das Gesetz des einfachen Streichens**" und machen den Vorgang im Versuche augenscheinlich. Wird nämlich der Magnetpol + M unter den Anfang des Magnetstreifes gestellt: so zieht er die Minuspole der Sandkörnchen an sich so, dafs sich die Sandkörnchen aufrichten, und nach oben das + M kehren; dieses zieht das Minus eines andern Körnchens an sich, und die Linie ist schon verlängert, u. s. f. Die Erscheinung einer Igelhaut ist also ein Haufe von magnetischen Linien, welche unten — M und oben + M magnetisirt sind. Rückt nun der Pluspol unter dem Glase nach b fort: so folgen ihm die nach unten gekehrten Linien = — M, und die obern Theile legen sich rückwärts nach a; und so ist klar, dafs der Streif **Magnet** werde, und am **Anfange** des Striches einen dem Magnetstabe gleichnamigen, am **Ende** aber den ungleichnamigen Pol zeigen müsse. Da sich in der Mitte die Gegensätze vereinen, so kann die Mitte nicht anders als **indifferent** erscheinen.

) Der Magnetstreif erhält durch ein Paar Striche sein **Maximum in Hinsicht der Stärke des

Magnets, das durch Wiederholung vieler Striche nicht überschritten wird.

***) Da der Rückstrich die Polarität umkehrt: so hat die Vorsicht, die wir beim einfachen Strich empfohlen, daſs er bei Wiederholungen seinen Rückgang im Bogen mache (114.), einen guten Grund.

****) Werden die Sandlinien auſser ihrer Richtung gebracht, indem man sie durcheinander rührt, so ist die Polarität zerstört, und der unordentlich gelegte Sand wirkt nur mehr wie Eisen auf eine Magnetnadel. Die Differenzen sind nämlich wegen Berührung der Gegensätze in die Indifferenz zurückgekehrt.

130.

Streicht man von Neuem den Sand auf der Glastafel in einen Streif; untersetzt abermal den Pluspol eines Magnetstabes am Anfange desselben, nimmt ihn aber dann in senkrechter Richtung vom Glase weg, und untersucht den Zustand des kleinen Häufchens Sand, das sich igelhautartig erhoben, aber nun nach Entfernung des Magnetpols niedergelegt hat: so findet man dieses — M polarisirt.

Da nun dieser Anfang = — M beim Fortstreichen in den Pluspol übergeht (Vorherg.): so muſs in der Länge, da in der Natur kein Sprung statt hat (108.*), ein Punct sein, bei dessen Erreichung der Anfang — M in die Indifferenz übergeht, beim weitern Fortschreiten des unterm Glase stehenden Pluspols aber + M wird, und zwar so, daſs dieses Plus wächst, bis der Pluspol bei einem Punct anlangt,

wo der **Anfang** des Streifes — M, hernach o M wird, hierauf + M **sein Maximum des Pluszustandes** erreicht.

Das Alles geschieht aber **wirklich**, wie es nachstehender Versuch weiset.

131.

Man formt den Sandstreif wie vorher auf dem Glase, und fährt mit dem Pluspole eines Magnets unter dem Glase streichend von A bis F. Der Anfang des Streifes A zieht nun die Magnetnadel an beiden Polen an: hat daher den Zustand der **Indifferenz** erreicht.

Streicht man von Neuem den Sand in einen Streifen, und fängt mit dem Pluspol unterm Glase zu streichen an so, daſs man den Strich von A bis G fortsetzt, so zeigt nach Abnehmung des Magnets der **Anfang des Streifes**, A, die **Pluspolarität** im **höchsten Grade**.

*) Wird der Versuch mit dem **Minuspol** eines Magnetstabes angestellt: so sind die Erfolge dieselben. Nur ändern sich die Pole.

) Die aufgezählten **Puncte, welche die Speculation erschaut, und die Empirie im Experiment nachgewiesen hat, haben sich zuerst **Bergmann** und **van Schwinden** gedacht, und auch aufgezeigt. Den Punct F, welcher dem Anfange des Streifes = — M die Indifferenz bringt, wenn der streichende Pluspol bei ihm anlangt, nannte **Brugmann** den „**Indifferenzpunct.**" Der Punct G aber, bei dem das A das Maximum seines Gegensatzes erhält, wird von **van Schwin-**

den der „Culminationspunct" genennt. — Aepinus hat sich besonders mit Untersuchung dieser Puncte beschäftigt; er gesteht aber, daſs er sie an stählernen Stäben nie habe finden können. Es gelingt auch wirklich selten, sie an Stäben von Eisen oder Stahl mit Gewiſsheit aufzuzeigen. Hingegen läſst es leicht, wie eben gewiesen worden, dieselben an einen Streif von Magnetsand der Beobachtung darzustellen.

132.

Weitere Versuche mit dem Magnetsande. Man streicht den Sand auf der Glastafel, wie vorhin, in einen Streif, läſst sich das Glas von einem Gehülfen halten, und führt dann zwei Magnetpole = + M und — M von der Mitte des Streifes nach aussen, (macht den Doppelstrich) unter der Tafel. Der Magnetsand bildet über den Pol kleine Linien, die sich in Richtungen legen, die von der Richtung des streichenden Magnets abgewandt sind (wie im Versuche 130.). In der Mitte weisen dann die beiden Hälften des Streifes ein Zusammentreffen entgegengesetzter Richtungen (Fig. 16.). Untersucht man diesen Streif mit der Magnetnadel; so zeigt er sich magnetisch auf der Seite, wo der Pluspol durchgeführt worden = — M und auf der Seite, wo der Minuspol das Glas bestrichen hat, den Pluspol.

*) Nämlich, wo der Strich endet, kommt ein Pol zum Vorschein, der dem streichenden Magnet entgegengesetzt ist (114.). In der Mitte verbinden sich + M und — M: dieselbe ist daher indifferent.

) Die Störung der Lage der Theilchen, die Linienförmig ist, hebt alle magnetische Wirkung auf. (29. **).

133.

Weitere Versuche mit dem Magnetsande. Behandelt man den Streif Magnetsand mit einem Magnet in Hufform, setzt die beiden Pole in Mitte des Streifes unter dem Glase auf, und streicht dann mit dem Pluspol voraus bis nach A (Fig. 13. Taf. I.), von diesem mit dem Minuspol voraus nach B; führt dann die beiden Pole des Magnets wieder bis zur Mitte, und nimmt ihn da ab; so sind die Erfolge:

1. Der Magnetsand richtet sich dort, wo die Pole des Hufmagnets unterstellt sind, in Linien empor.

2. Das Hin- und Herstreichen giebt dem Streif die Gestalt, wie sie Fig. 13. gezeichnet ist. Die Sandlinien sind nämlich in zwei Reihen A und B mit entgegengesetzten Linien gelegt.

3. An den Stellen a und b, wo die zwei Pole abgenommen werden, liegen die Linien stralend.

4. In der Mitte zwischen diesen Stellen a und b sind die Sandlinien gerade und einander zugekehrt, aufsen zu aber in länglichen Kreisen verbunden.

5. Der Streif A B ist magnetisch. A zeigt den Magnetismus = + M, B = — M, die Mitte weiset Indifferenz. Weil nämlich der Pluspol bei b, und der Minuspol bei a zu streichen aufhört: so müssen die Anfänge des Striches A und B dem Pole gleichnamig polarisirt werden.

*) Dieselben Versuche, beinahe mit den nämlichen Erfolgen, können auch mit reiner Eisenfeile angestellt werden.

**) Vergleicht man das Resultat des gegenwärtigen mit dem eines frühern Versuches (114. **): so offenbart sich eine Anomalie, weil Fig. 10. der Pluspol nach N streichend N = + magnetisirt, und der Minuspol nach S streichend dieses S = — M magnetisirt. Diese Anomalie ist aber nur zufällig. Im Magnetstabe sind nämlich die Eisentheilchen durch die Cohärenz coercirt, hingegen im Magnetsand lose. Geht daher Fig. 13. der Pluspol von A nach b zurück, so wendet er die Magnettheilchen = + M nach dem Ende des Streifes. Selbst im Magnetstabe, welcher, wie Fig. 10. weiset, magnetisirt wird, thut der Rückstrich der Polarisirung einigen Abbruch. Daher diese Methode Stahlstäbe zu magnetisiren nicht gar sehr zu empfehlen ist.

***) Bisher wurden die magnetischen Versuche immer mit Stäben sonach mit Linien (geraden und krummen) angestellt. Vorzüglich instructiv sind die Versuche mit Kreisen und Kugeln. Ich führe nur einige an.

134.

Man läſst sich Stäbe fertigen, die verbunden einen Kreis geben. (Fig. 14. Taf. I.) sind zwei Stahlstäbe in einen Kreis verbunden. Man magnetisirt sie mit den Hufeisen so, daſs man z. B. bei b in Mitte eines Stabes die beiden Pole aufsetzt; hernach mit dem + M voraus, den ganzen Kreis b d a e etliche Male bestreicht, und dann den Magnet bei b wieder abnimmt.

1. Der Kreis zeigt nirgends einen Magnetismus.

2. Wird der Kreis aber in die zwei Stücke getrennt: so sind a und b wirkliche Magnete.

3. In d und c berühren sich zwei Gegensätze, + M und — M; geben dann die Indifferenz.

*) Vier Stäbe von 8 Zoll Länge und 1 Zoll Breite in ein Viereck gelegt, werden nach etlichen Strichen in sehr starke Magnete verändert, wenn man den Magnethuf in Mitte eines Stabes aufsetzt, ihn dann im Kreise einige Male herumführt, und wieder in der Mitte, wo man zu streichen anfieng, den Hufmagnet abnimmt. — So lange die Stäbe in Verbindung stehen, sonach einen Kreis bilden, zeigen sie keine Polarität; aber getrennt in die vier Stücke, geben sie vier Magnete.

**) Es muſs auffallen, daſs zwei Magnetpole, die sich zu einander wie + : — verhalten, die stärkste Magnetisirung hervorbringen. Dieselben scheinen ja ihre Wirkungen wechselweise aufheben zu müssen! Allein gerade das Gegentheil; sie unterstützen einander, daſs die Magnetisirung der Stahlstäbe möglichst groſs werde. Dieses ist nun durch Versuche zu erörtern.

135.

Streicht ein Magnethuf mit seinen zwei Polen Stahl in einem Kreise (oder nach seiner Länge), so hat jeder Pol eine andere Verrichtung, jener, der vorangeht, disponirt zur Polarität; jener, der nachfolgt, bestimmt sie. Dieses läſst sich in den Streifen aus Magnetsand (oder Eisenfeilen) augenscheinlich machen.

Bringt man einen Streif Magnetsand auf eine Glastafel, und fährt dann mit den beiden Polen eines Hufmagnets unter demselben hin: so formt der Vorangehende Pol = + M die Sandtheilchen in Linien, und wendet sie so, dafs ihr Plusende sich nach dem folgenden Minuspol hinlegen. Die in Linien geleggten Sandtheilchen = + M ergreift dann der Minuspol, und während er diese an und nach sich zieht, verändert er die Lage der Linien so,

dafs der Streif in der Richtung des Striches am Ende + M,

und am Anfange — M stark polarisirt wird.

Es geht daher der Streif als Magnet hervor, der nach dem Gesetze des einfachen Striches seinen Pluspol äufsert, wo das Streichen des Minuspols endet, und dieser Magnet geht hervor durch wechselweise Unterstützung zweier entgegengesetzter Pole, deren einer durch Anordnung der Theilchen zur Polarität disponirt, und der andere diese bestimmt.

136.

Ein Kreis aus Stahlstäben gleicht einer Linie = + ———o——— — (Fig. 16. Taf. I.), die an den beiden Enden + und — geschlossen ist. Daraus ist nun schon klar, dafs „ein Kreis durchweg magnetlos sein müsse.“ (Eine schmale Stahlfeder, die man magnetisirt, und in einem Kreise schliefst, zeigt nirgends eine Polarität). — Wir besitzen indefs keine eigentliche Linien (Längen ohne Breite und Tiefe), und da entspricht der Versuch nicht allemal der Erwartung genau.

Wir können uns aber auch hier durch den Magnetsand möglichst in den Besitz einer Linie setzen. Man bildet mit Magnetsand auf der Glastafel einen Kreis von 5 Zoll Durchmesser und einer Linie breit; führt dann einen Pol eines Magnetstabes mittelst Drehung des Glases über den festgemachten Magnet im Kreise herum, so, dafs sich das Ende des Striches in den Anfang einsenket. Dieser Kreis erweiset sich auf die Magnetnadel durchweg indifferent. — Nämlich die Sandlinien, welche während des Striches entstehen, legen sich mit ihren Polen, die dem Pol des streichenden Magnets entgegengesetzt sind, rückwärts, kommen dann am Ende zusammen, schliefsen sich daher hier zur Indifferenz, und geben das Bild (Fig. 15. Taf. I.).

*) Wird der Versuch an einem Kreise von Magnetsand mit den zweien Polen eines Hufmagnets wiederholt: so kommen dieselben Erscheinungen hervor. Nämlich man giebt dem Magnetsand auf einer Glastafel die Kreisform. Der vorangehende Minuspol richtet die Sandtheilchen in Linien, und kehrt ihre Enden = — M dem nachfolgenden Pluspol zu, d. i. disponirt die Polarität der in einem Kreise liegenden Linie. Der Pluspol zieht dann die Sandlinien nach sich, und wendet ihre Enden = + M so, dafs sie sich hinter dem wegstreichenden Magnetpol legen: dadurch wird der Magnetsand eine Kreislinie, die sich in der Form + und — schliefst, in der sie der Magnet mit seinen beiden Polen eröffnet hat. — Es gleicht also ein magnetischer Kreis, der mit zweien Polen eines Hufeisens bestrichen worden, einer Linie, die

in der Richtung des Striches eine Polarität hat, die dem nachfolgenden entgegengesetzt ist (Fig. 20.).

137.

Wird ein magnetisirter Kreis von Sand, durchschnitten, z. B. bei A und B (Fig. 15. Taf. I.): so erhält man zwei Magnete, und vervielfältigt man die Durchschnitte, so erhält man so viele Magnete als Durchschnitte, die insgesamt in der Richtung des Striches eine dem Magnetpol entgegengesetzte Polarität äufsern. Dafs also auch hier das Gesetz des einfachen Striches wiederkehrt, vermöge welchem der Anfang des Striches einen dem Pole des Magnets gleichnamigen, das Ende aber einen demselben ungleichnamigen Pol darstellt."

*) Ein Kreis ist überhaupt das Bild des Unendlichen; der magnetische Kreis spricht aber diesen Charakter ganz besonders prägnant aus, und zeigt uns in der Erscheinung: „Im Unendlichen ist für uns nichts wahrnehmbar." „Dasselbe mufs sich verendlichen, um in seinen Endlichkeiten für uns ein Gegenstand der Wahrnehmung zu werden." Der Magnetkreis mufs nämlich zerbrechen, um uns in seinen Trümmern Polarität (Magnetismus) zu zeigen.

**) Man versteht also auch: warum sich eine Kugel von Stahl durch Streichen mit den stärksten Magneten nicht polarisiren lasse. Der Kreis, den ein Magnetpol um eine stählerne Kugel streichend, beschreibt, ist eine Unendlichkeit — eine continuirliche Reihe von mag-

netischen Indifferenzen. — Werden Kugeln aus Magnetstein geformt (Tarellen gebildet), so ist dieses nur Anstalt, eine gerade magnetische Linie mit einem runden Körper zu umgeben. Hier ist eigentlich nur die Länge, in der der Magnetismus hervortritt (100).

138.

Da unsere Linien, wie schon bemerkt worden, Stäbe, Stangen u. d. gl. sind: so ist in unsern Linien, in welchen sich der Magnetismus ausspricht, mit der herrschenden Länge immer auch eine Breite und Tiefe verbunden. Aber dieses Factum weiset schon hier: „es coexistiren den Polaritäten nach der Länge auch Seiten-Polaritäten, nach der Breite und nach der Tiefe.“ Man nimmt zwar bei den gewöhnlichen Versuchen keine Breiten- und Tiefen-Polaritäten wahr. Allein sie können ja in der vorherrschenden Länge-Polarität verschlungen sein! Der Experimentator soll nun durch Versuche die verschlungenen Seiten-Polaritäten hervorziehen und wahrnehmbar machen.

Versuche. Man legt ein kleines Häufchen Magnetsand auf Glas, giebt ihm durch Streichen mit dem Finger die Form und Gröſse eines Pols des Magnethufes, daſs sich daran (Fig. 17. Taf. II.)

seine Breite bei a und b
und seine Tiefe bei c und d

abdrücke. Man unterstellt nun diesen Sandhäufchen, in der Richtung nach Norden, den Pluspol des Magnethufes.

1. Die Sandtheilchen vereinen sich wie gewöhnlich in Linien, sträuben sich igelhautartig empor, und legen sich dann, nach Entfernung des Pols, in der Richtung nach Süden wie gekämmtes Haar nieder. Die Begränzungen sind etwas straligt eben in der Richtung nach Süden.

2. Die Seiten a und b (die Breiten des Magnethufes) sind polarisirt, der nach Norden (N) gekehrte Theil a beweist sich an der Magnetnadel als — M, und der nach Süden (S) sehende Theil b als + M.

3. Auch die Seiten c und d (die Tiefen des Hufmagnets) zeigen Polarität (in Beziehung auf Norden) westwärts (W) bei c = — M ostwärts (O) = + M.

*) Die Versuche mit dem Südpol (S) des Hufmagnets geben dieselben Resultate nur mit veränderten Polaritäten.

**) Es manifestiren sich also in diesen Versuchen, Polaritäten nach der Breite und Tiefe, die Seiten-Polaritäten, und stellen sich augenscheinlich dar.

139.

Nachdem man einen Magnetsand in eine Linie geformt, und durch den Doppelstrich magnetisirt hat (Fig. 16.), so durchschneidet man die Länge an mehrern Stellen quer durch. — Man erhält so viele Magnete als Stücke, die ihre Polarität nach der Richtung des Durchschnitts haben, sonach Seitenpolaritäten zeigen.

Sondert man von der Länge des Streifes mittelst eines elfenbeinernen Messers die Hälfte ab, und streicht

sie ganz weg; schneidet dann die Linie an beliebigen Stellen durch: so erhält man so viele Magnete als Segmente, die nach der Länge hin durchgehens dieselbe Polarität zeigen.

140.

Ein Magnet besteht räumlich betrachtet aus zwei Hälften und einer Mitte (aus der nördlichen und südlichen Seite, und dem Indifferenzraume). Der Indifferenzraum ist immer auch noch Linie, und mithin für sich ein Magnet. Dieses zeigt folgender Versuch.

Man bringt Magnetsand in Form eines Streifes über eine Glastafel; fährt mit einem Hufmagnet, den man in der Mitte des Streifes bei a und b (Fig. 13. Taf. I.) unterstellt, nach A, dann nach B, und führt ihn hernach wieder in die Mitte, wo er abgenommen, den Streif in den Zustand hinterläfst, wie er Fig. 13. gezeichnet ist. Jetzt schneidet man den Streif bei a und b durch, sondert b A und a B ab, und experimentirt mit dem Abschnitt a b, der sich mit den entgegengesetzten Hälften A und B vereint, als Indifferenzraum erwiesen hat.

Dieses Segment a b (der Indifferenzraum) zeigt nach der Länge a b, und nach den Seiten c d, Pole so, dafs der Theil b, der an die Plushälfte gränzte — M; der entgegengesetzte a, dem die Minushälfte anlag, + M zeiget. Die Seite aber d in nördlicher Beziehung — M, c aber in westlicher Beziehung + M weiset.

*) Streicht man den Magnetsand in Hufform, und unterlegt ihm dann den Hufmagnet nach seiner Fläche: so erhält man im Sande einen Mag-

net mit Polen, die dem des Magnets entgegengesetzt sind, und zwar nicht nur nach der Länge, sondern auch nach der Breite. Wird dieser Sandmagnet zerstückelt: so erhält man gleichmäſsig so viele Magnete als Stücke. Auch der Indifferenzraum giebt Magnete, der Länge und Breite nach.

**) Der Indifferenzraum unserer Magnete ist daher nur relative Indifferenz, in Beziehung nämlich auf die Räume, welche zwei Hälften bilden, die einander entgegengesetzt magnetisch sind, und mit ihnen verbunden, eine Totalität bildet; getrennt von diesen aber zur Selbstständigkeit gelangt, und als Selbstmagnet zum Vorscheine kommt.

***) Das Zerfallen der Magnetstreife in mehrere Magnete, das mit Sand so leicht bewirkt werden kann, ist nur neue Darstellung des Phänomens, welches ein Magnetstein giebt, wenn man ihn in Stücke zerschlägt (100. *), und eine Versinnlichung „vom Hervorgehen des Besondern aus dem Allgemeinen," ein „Bild des Unendlichen im Endlichen" „ein Gepräge des unveränderlichen ewigen Naturwesens in Form der Dreieinheit!" —

141.

Wären unsere Magnete in eigentlichen Linien darstellbar, so könnte ihr magnetischer Zustand sich nicht anders als in der Form = + ——o—— — offenbaren. Aber unsere Linien sind, wie schon mehr-

malen bemerkt worden, Stäbe, in denen sich dann mit der Länge auch Breite und Tiefe verbindet, und sonach bei ihnen sich zur Längepolarität auch Seitenpolaritäten gesellen, wie wir es bereits in der Erfahrung nachgewiesen haben. Der magnetische Zustand unserer Magnetstäbe,

unserer gebogenen
und unserer geraden

ist daher immer zu betrachten, wie er wirklich ist, und wie ihn die Figuren (18 und 19 Taf. II.) vorstellen.

*) Die Lage der Polaritäten wird im geraden Stabe Fig. 19. als richtig ersehen, wenn man sich die Hufform (Fig. 24.) ausgestreckt denkt.

**) Wir prüfen die Pole der Magnete mit unsern Magnetnadeln. Es darf daher uicht ausser Acht gelassen werden, daſs die Pole der Magnetnadel nach den Weltgegenden nördlich und südlich bezeichnet werden, an sich (dynamisch) aber gerade das Gegentheil von den Erdpolen sind. Nämlich da den dynamischen Gesetzen zufolge, der nördliche Erdpol den Pluscharakter hat, so ist der Nordpol unserer Magnetnadel —M, und da der südliche Erdpol vom Minuscharakter ist, so ist der Südpol unserer Magnetnadel = + M. Indem nun unsere Magnetstäbe bei den Versuchen mit Magnetsand in den Streifen eine ihnen entgegengesetzte Polarität hervorrufen: so weisen die Sandmagnete Polaritäten, die mit denen der Erde übereinstimmen.

142.

Man hat längst die Bemerkung gemacht, dafs sich die Stärke des Magnetismus, weder in den natürlichen noch künstlichen Magneten, nach der Masse oder nach der Länge richte, und sonst noch in bestimmte Schranken gelegt sei.

Es giebt Magnete, welche nicht über 20 bis 30 Gran wiegen, und gleichwohl ein 40 bis 50 mal stärkeres Gewicht tragen. Hingegen ziehen grofse Magnete selten mehr als das Zehnfache ihres Gewichts. Oft hat ein kleines aus einem grofsen Magnetstein herausgeschnittenes Stück ein gröfseres Vermögen als der ganze grofse Stein.

Knight hat 240 starke künstliche Magnete zusammengesetzt; sie wogen zusammen 500 Pfund, und thaten grofse Wirkungen; allein dieselben standen doch nicht mit ihrer Masse im Verhältnifs. — Der gröfste armirte Magnet mag wohl der sein, welcher im Teylerschen Museum hängt, und mit der Armatur 307 Pfund wiegt: er trägt nur 230 Pfund.

Ein zwei Fufs langer stählerner Stab läfst sich nicht so stark magnetisiren als einer von 1 Fufs Länge.

*) Diese Erscheinungen sind nur aus den Seitenpolaritäten zu verstehen. Der blofse Augenschein lehrt an der Fig 19. Taf. II., welche die Polaritäten eines Magnetstabes in ihrer Wirklichkeit (vorherg.) darstellt,

dafs die Seitenpolaritäten, welche in einer Hälfte existiren, jener der andern Hälfte entgegengesetzt seien:

sie suchen sich daher wechselweise; erregen einander, und unterstützen sofern die Pole der Länge, wo die Gewichte zur Prüfung

der Magnetstärke angebracht werden. Wächst der Stab zu sehr in die Länge, so entfernen sich die Gegensätze zu sehr, und so findet die wechselweise Unterstützung ihre Gränze. — Nimmt die Masse zu, so tritt die Polarität nach der Breite und Tiefe immer mehr hervor, wodurch dann ein Kräfteconflict entstehen mufs, in dem dann ein Theil der Wirksamkeit nach Aussen untergehen mufs.

143.

Ich habe bisher die vornehmsten magnetischen Erscheinungen, nämlich die, welche die Wissenschaft der Natur wirklich befördern, ausführlich (in einer Analyse) vorgeführt. Ich beschliefse damit, dafs ich dieselben synthesirt — in Einer Erscheinung nachweise. Dieses geschieht durch ein längst bekanntes aber nicht verstandenes Experiment.

Man legt weifses geglättetes Papier über einen Magnetstab, streuet mittelst eines Säckchens aus Flor feinen Magnetsand darauf, und schlägt dann sanft mit einem Stabe auf das Papier. Die Sandkörnchen richten sich in eine Ordnung, und geben das schöne Bild, das ich treu abzeichne (Fig. 20. Taf. II.).

Dieses Bild, in dem des Cartes seine Wirbel, Brugmann die Strömung einer südlichen und nördlichen Materie, und Andere wieder ein anderes mechanisches Spiel zu sehen glaubten, ist mir kein Erklärungsgrund, sondern eine Erscheinung, in der sich der Magnetismus (das Linienleben der materiellen Natur) in reicher Schöne aufs herrlichste kund macht.

1. Die Magnetstäubchen bezeichnen die Gränzen

des unter dem Papier liegenden Magnetstabes; stehen auf den Spitzen, und erscheinen als so viele kleine Magnete, die ihr eines Ende dem unterlegten Stabe als ihrem Gegensatze zugewandt haben, und die „Seitenpolaritäten" sichtbar machen.

2. Am Stabende häufen sich die Sandtheilchen am meisten an, und zeigen die herrschende Länge-Polarität im Stabe.

3. In der Mitte bei c und e reihen sich die Sandtheilchen in eine gerade Linie ca und eb, die mit der Achse des Stabes zusammen fällt. Die andern darneben liegenden Sandtheilchen decliniren von der Achse, machen eine Divergenz. In der geraden Linie spricht sich die Längepolarität aufs eigentlichste aus. In der Divergenz sehen wir die Neigung nach den beiden Seiten des Stabes, das Suchen ihrer Gegensätze an den Seiten, (die Seitenpolaritäten).

4. Auch die Sandtheilchen, welche an den Seiten des Stabes liegen, sind geneigt so, daſs die in der nördlichen Hälfte mit jenen in der südlichen convergiren.

5. In der Mitte des Stabes mn ist Indifferenz: daher kein Anhangen der Sandtheilchen daselbst. Die wenigen Theilchen, die sich da noch finden, deuten nur an, daſs die Indifferenz ihre Relativität nicht verläugne.

6. Auch die Breite des Stabes ist von den Sandtheilchen frei, zum Beweise, daſs hier die magnetische Indifferenz von den Seitenpolaritäten herrsche.

7. Die Linien, die sich an den Enden des Stabes bilden, sind nur Reihen von kleinen Magneten, die

sich an ihren Gegensätzen verbinden, und dadurch sich verlängern.

8. Die Beugung der Linien nach Aussen, ist Ausdruck des Strebens sich mit den Seitenpolaritäten des Stabes zu vereinigen, ein Erfolg des complicirten magnetischen Processes nach Länge, Breite und Tiefe.

9. Die Linien, welche einander erreichen, bilden Kreise, die länglicht (oval) und concentrisch sind. Nämlich allen Kreisen liegt, wie den ersten und kleinsten, eine Linie mn (kein Punct) als Centrum zu Grund: es müssen daher die Sandtheilchen, die von dem Indifferenzraume in der nördlichen und südlichen Hälfte gleich weit abstehen, sich einander suchend Curven erzeugen, deren Gröfse der Stärke der wirkenden Gegensätze proportional ist, und so das reguläre Bild darstellen.

10. Die Linien aus Sandtheilchen, welche sich in Kreise schliefsen, geben eine lautere magnetische Indifferenz. Denn ein Kreis ist eine Reihe von unendlich vielen unter unendlich kleinen Winkeln verbundenen Linien, und da gleicht eine magnetische Kreislinie einer Reihe unendlich vieler zur Indifferenz verbundener Magnete.

11. Die Kreise unsers Bildes sind also eine sinnliche Darstellung von der Rückkehr aller Differenzen zur Indifferenz; ein Symbol vom Zurückstreben aller Endlichkeiten in das Unendliche, aus dem sie ihre Abkunft haben! — U. s. w.

*) Anstatt des Magnetsandes kann man sich zum Versuche auch einer feinen Eisenfeile bedienen. Das Bild steht aber dann an Zartheit dem aus Magnetsand weit nach.

**) Werden zwei Magnetstäbchen A und B mit ihren entgegengesetzten Polen beinahe in Berührung gebracht, darauf Papier gelegt, und Magnetsand darüber gestreut: so formen sich an den Berührungen Kreise, die sehr excentrisch sind; der Indifferenzraum ist nämlich eine kurze Linie. — Wird ein Hufmagnet wie ein Stab mit Papier bedeckt, und darauf Magnetsand gestreut: so entstehen Kreise wie Fig. 20. Taf. II. Die an den Enden des Hufes befindlichen Sandtheilchen liegen ebenfalls dicht, laufen in der Mitte gerade aus, und divergieren seitwärts. In der Mitte, wo sich die entgegengesetzten Pole der Linien erreichen, bilden sie concentrische Ovale. Es liegt nämlich den Kreisen auch hier eine Linie, der Indifferenzraum als Centrum zum Grunde, und wir sehen da überall nur Wiederholung der Erscheinungen, welche wir Fig. 20. beobachten. — Wird der Magnethuf mit seinen Polen senkrecht gestellt, darauf Papier gelegt, und Sand gestreut, so bildet sich die längliche Kreisfigur nur mehr aus.

B.

Vom Flächenleben der materiellen Natur.

(*Elektricität.*)

144.

Thales von Mileto, einer der sieben Weisen Griechenlandes, soll, etwa 600 Jahre vor Christi Geburt, am ersten die Bemerkung gemacht haben, dafs „Bernstein“ gerieben, auf leichte Körperchen eine bewegende Kraft äufsere, und dieselben anziehe. Diese Wirkung des Bernsteins ward dann genennt „Bernsteinskraft“ oder Elektricität (von ἤλεκτρον).

Theophrast von Eresus beobachtete etwa 300 Jahre später, dafs der Lykurer, nach Watson der Turmalin, auf dieselbe Weise wie Bernstein wirke, und nach einer Reibung Strohhalmen, Holzspäne, Metallblättchen u. a. an sich ziehe.

Hierauf verflossen Jahrhunderte, ohne dafs sich hierüber die menschliche Kenntnifs erweiterte.

Erst William Gilbert, ein englischer Arzt, fügte (1600) dem bisher Bekannten neue Beobachtungen hinzu. Er fand die Eigenschaft des Bernsteins (die Elektricität) an vielen andern Körpern, vornehmlich am Glase, an den meisten Edelsteinen, am Schwefel, am Siegellack u. a.; und gab die Rei-

bung durchgängig als das Mittel an, elektrische Wirkungen hervorzubringen.

Otto von Guericke, ein Teutscher, entdeckte (1671.), dafs geriebener Schwefel nicht nur einen leinenen Faden anziehe, sondern auch abstosse. Er nahm auch Lichterscheinungen unter knisterndem Laute wahr, und gab mit einer Schwefelkugel, deren er sich bei seinen Versuchen bediente, den ersten Wink zu Anrichtungen, die sich späterhin zu den Elektrisirmaschinen ausbildeten.

1709 hat Hawksbee eine Glaskugel wirklich zu einer Elektrisirmaschine angewandt, und noch viele andere Entdeckungen gemacht.

Nachher zogen die Lichtversuche Newtons die Aufmerksamkeit der Naturforscher so auf sich, dafs 20 Jahre dahin giengen, bis sich die Kenntnifs der Elektricität einer Erweiterung zu erfreuen hatte. Vornehmlich vermehrten die elektrischen Versuche hierauf Stephan Gray in England (1728 - 1735), Dy Fay in Frankreich (1733 - 1737.), Hausen, Bose, Winkler, Ludolf, Kleist u. a. in Teutschland (1742-1745.).

Waiz suchte (1745) in einer Preisschrift die elektrischen Erscheinungen auf Gesetze zurückzuführen, (Abhandl. von der Elektricität und deren Ursachen. Berlin.).

Bald hernach fieng auch Franklin an, die Elektricität theoretisch zu behandeln (Tentamen theoret. electricitatis. Petrop. 1750.). Dadurch wurde dann der Eifer der Naturforscher sich mit der Elektricität zu beschäftigen nur mehr angefacht, und die Physik mit neuen Thatsachen bereichert. Namentlich haben sich in dieser Beziehung Canton, Beccaria, Wilson,

Wilke, Aepinus, Symmer, Cygna u. a. einen Namen gemacht.

Man lernte nämlich eine Menge Körper kennen, die nach einer Reibung ein Anziehen und Abstossen leichter Körperchen äusserten, und unter mancherlei Gestalten und Verlautungen Lichterscheinungen hervorbrachten. Auch wurde der physische Apparat mit Instrumenten und Maschinen gar sehr vermehrt, die das bereits entdeckte Anziehen und Abstossen leichter Körperchen, das Funkenerscheinen und andere damit verbundene Phänomene mannigfaltigst und lebhaftest darstellen. In der neuesten Zeit sind es Volta, Bennet, Bohenberger, van Marum, Ermann und viele andere Männer von berühmten Namen, welche zur Erweiterung der elektrischen Kenntnisse rühmlichst beitrugen.

145.

Der Ausdruck „Elektricität," wodurch ursprünglich Bernsteinskraft angedeutet ward, erhielt jetzt eine uneingeschränkte Ausdehnung, und man versteht nun überhaupt unter Elektricität

> das Vermögen der Körper, nach gehöriger Behandlung, an ihrer Oberfläche leichte Körperchen anzuziehen und abzustossen, alsdann noch unter einem gewissen Laut Lichterscheinungen hervorzubringen.

*) Elektrisirt werden demnach jene Körper genennt, welche die Elektricität äuſsern, sie wahrnehmbar machen.

146.

Die elektrischen Phänomene beziehen sich dem eben Gesagten zufolge

1. Auf das Anziehen und Abstossen leichter Körperchen, und
2. Auf Lichterscheinungen.

Das Anziehen und Abstossen wird an der Fläche des Körpers offenbar; die Lichterscheinungen aber kommen schon ausserhalb der Körperfläche als Funken von verschiedener Form, Farbe und Gröſse zum Vorschein. Es sind daher zweierlei elektrische Erscheinungen zu unterscheiden,

eine flächliche
und eine cubische (räumliche).

Da nun die Kraft, welche cubisch wirkt, eine chemische Kraft ist (Allg. Dyn. 73.): so müssen wir die zwei elektrische Erscheinungen mit zweien Namen bezeichnen, und den Unterschied machen und fest halten

1. zwischen rein elektrischen
2. und chemisch elektrischen Phänomenen.

*) Die Lehre von der Elektricität ist demnach zweifach: I. die von der Elektricität als Flächenleben der „materiellen Natur" und II. die von der Elektricität als cubischem (räumlichem) Leben der „materiellen Natur" (Elektro-Chemismus) (Allg. Dyn. 127.).

**) Dieser Unterschied einer reinen (eigentlichen) Elektricität und einer chemi-

schen wurde, ob er sich gleich durch die Erfahrung aufdringt, von den Naturforschern nicht genug gewürdigt. Darin liegt vorzüglich der Grund der grofsen Unbestimmtheit des Gebrauchs vom Worte Elektricität, die sich sehr berühmte Naturforscher zu Schulden kommen lassen. — Ob sich gleich in der Erscheinung vielfältig die rein und chemisch elektrischen Phänomene einander begleiten: so handeln wir hier doch vorzugsweise von der Elektricität als dem Flächenleben der materiellen Natur, den „Elektro - Chemismus" zurückweisend in sein Gebiet (Allg. Dyn. 127 etc.).

147.

Die Materie ist für sich leblos (eine dynamische Kräfte indifferenz) (13.*); sie mufs durch die Einflüsse der immateriellen Natur (des Lichtes) belebt, ihre Kräfteindifferenz differenzirt werden (92.*). Unsere Erde, die sich als materiell erweiset, steht mit der immateriellen Natur (mit dem Sonnenlichte) wirklich in einem beständigen Verhältnifs, und geniefst die belebenden Einflüsse derselben

nicht nur an ihrer Achse, deren Südpol der Sonne zugekehrt ist, sondern auch an ihrer ganzen Oberfläche, die sie, sich täglich von Westen gegen Osten um ihre Achse drehend, derselben zuwendet.

Gleichwie also durch die Einwirkung des Sonnenlichtes auf den Südpol das Linienleben in der Erdachse (der Magnetismus) erweckt wird, so mufs auch an der Oberfläche der Erde, und in der Atmosphäre, welche zu ihr gehört, das Flächen-

leben der ganzen Erde durch denselben Lichteinfluſs aufgeregt, sonach nicht nur die Erdachse magnetisirt, sondern auch die Erdfläche elektrisirt werden.

*) Hat nun die Erde nebst der täglichen Drehung um ihre Achse auch eine jährliche Bewegung um die Sonne, und fällt demnach das Licht auf eine Erdegegend bald längere, bald kürzere Zeit, bald senkrecht, bald schief u. s. w., so erhellet, daſs der elektrische Zustand der Erdoberfläche stets wechsle, und unendlichen Modificationen unterliege, mithin das elektrische Leben auf der Erdoberfläche, und in ihrer Atmosphäre sich in unendlich mannigfaltigen Formen äuſsern müsse.

148.

Das Sonnenlicht, das der starren Erde Beleuchtung, Wärme und Leben giebt, schränkt seine Wirkung nicht bloſs auf ihre Achse und auf ihre Oberfläche ein, dasselbe dringt unmittelbar und mittelbar in ihre Tiefe, und erzeugt nebst der linearischen und flächlichen auch eine cubische, alle Dimensionen durchgreifende Differenzirung der dynamischen Kräfte (wirkt chemisch). Wir besitzen daher auf Erden Körper von den verschiedensten Qualitäten, mithin solche, in welchen die expansive Thätigkeit vorherrscht, also sonnenartig sind, und dann solche, in welchen die contractive Kraft die Oberhand hat, mithin erdhaft sind. Kommen daher zwei Körper, deren Flächen sich verhalten wie Expansion ($= + E$) zur Contraction ($= - E$) in Berührung: so muſs das Plus

des einen, das Minus des andern suchen, und in diesem das Plus aus seiner Fläche frei machen „seine Flächen - Indifferenz = E differenziren" — elektrisiren.

*) Doch wir wollen der Erfahrung nicht zu sehr vorgreifen, sondern aus dem Reichthume elektrischer Erscheinungen die lehrreichsten Versuche schöpfen, und augenscheinlich machen: die Elektricität sei nichts anderes als „dynamische Flächenkraft," die aufgeregt ist in der Materie „das Flächenleben der materiellen Natur."

149.

Versuche. Man macht, daſs zwei verschiedene Körper z. B. eine Siegellackstange und die flache Hand, oder Siegellackstange und Tuch, Flanell, Katzenhaare u. s. w. einander berühren über, (drücken und sich einander bewegen) d. i. sich aneinander reiben; die geriebene Siegellackstange nähert man dann kleinen Körperchen, als da sind Papierfätzchen, Sägspänen u. d. gl.: diese werden schon in einiger Entfernung von der Siegellackstange an ihrer geriebenen Oberfläche angezogen und wieder abgestoſsen, und geben sonach eine rein elektrische Erscheinung.

*) Dasselbe erfolgt, wenn eine gläserne Röhre, ein Schwefelstängchen, ein hölzerner gedörrter Stab u. s. w. an Wollentuch, Katzenfell u. d. gl. gerieben wird.

**) Bei verschiedenen Körpern, die einander reiben, ist die elektrische Wirkung ungleich stark. Feine Thierhaare bringen z. B. die

Elektricität im höchsten Grade hervor, wenn eine Siegellackstange damit gerieben wird, u. s. w.

150.

Indem die Elektricität die dynamische Flächenkraft der materiellen Natur ist (146.); diese aber allen Körpern einwohnt, und sonach nur erregt werden darf: so ist klar, dafs alle Körper elektrisirt, d. i. in den Zustand versetzt werden können, in dem sie kleine Körperchen anziehen und abstossen,

sobald Flächen, die einander dynamisch entgegengesetzt, von Plus- und Minus - Charakter (von +E und —E) sind, in Berührung kommen (einander reiben);

denn nun mufs die Flächen - Indifferenz differenzirt, der Körper mufs elektrisirt werden (147.).

*) Die Naturforscher haben auch bereits in der Erfahrung alle Körper elektrisirbar gefunden. Blofs das Metall schien ihnen eine Ausnahme zu machen. Diese scheinbare Ausnahme verleitete berühmte Männer, dafs sie die Körper in idioelektrische und sympercielektrische eintheilten, und auf dieser Eintheilung noch bestehen. Allein man darf die Metalle nur so, wie sichs ziemt, behandeln, so wird offenbar, dafs die Metalle nicht nur durch Reibung (Berührung) elektrisirt werden können, sondern gerade sie der elektrischen Erregung am meisten empfänglich seien, und daher der Unterschied zwischen elektrischen und unelektrischen Körpern als ein häfslicher Fleck in einem physikalischen Lehrbuche stehe.

151.

Die Elektricität kann nicht nur durch Berührung und Reibung erregt, sondern „die erregte Elektricität kann auch durch Berührung mitgetheilt werden." — Man hängt an einem Gestelle einen Seidenfaden mit einem Korkkügelchen auf; reibt hierauf z. B. eine Siegellackstange mit Katzenfell, und nähert sie dann dem frei schwebenden Korke. Dieser wird in einem merklichen Abstande von der Siegellackstange angezogen, aber im Momente der Berührung wieder abgestossen, und der Kork ist wirklich elektrisirt durch Mittheilung, denn er zieht kleine Holzfäserchen an, und stöſst sie wieder ab.

*) Kommt nämlich ein elektrisirter Körper z. B. = — E in Berührung mit einem andern, so strebt die Elektricität = — E sich mit ihrem Gegensatze in der Oberfläche des andern Körpers = + E zu vereinen; und indem sich dieses + E zu jenem — E wendet, wird das E differenzirt, und aus ihm das — E frei. Der berührte Körper äuſsert daher die Elektricität des berührenden = — E. Daher der empirische Ausdruck: die Elektricität wurde ihm von andern mitgetheilt. Die Mittheilung ist daher, wie es schon anderweitig her bekannt ist (113.), „kein Uebergang der Elektricität" aus einem Körper in den andern, sondern nur Erregung der jedem Körper einwohnenden Flächenkraft.

152.

Wird der Seidenfaden, an dem ein Korkkügelchen herabhängt, befeuchtet, oder wird dieses an einem Goldfaden angemacht, und der vorhergehende Versuch wiederholt; so zeigt sich im Erfolge eine bedeutende Veränderung. Der Kork wird von einer elektrisirten Siegellackstange zwar angezogen, aber nicht mehr abgestossen, und der losgerissene Kork erweiset sich nicht elektrisirt.

*) Nämlich das Korkkügelchen theilt seine Elektricität wieder mit, pflanzt sie durch die feuchte Seide oder durch den Goldfaden fort, und es wird uns dadurch ein Unterschied gegeben zwischen Körper, welche die Elektricität entweder leiten oder nicht leiten, (copora electricitatem deferentia et rescindentia). Man wurde längst auf diesen Umstand aufmerksam, und die Physiker bemühten sich sorgfältig, die Körper aus Erfahrung kennen zu lernen, welche zur Classe der Leiter, und welche zu der der Nichtleiter gehören.

153.

Die vielen Versuche mit den verschiedensten Körpern lehrten:

1. Die Körper, welche die Elektricität leiten, nehmen dieselbe von andern elektrisirten willig auf, und verbreiten sie mit einer ausserordentlichen Schnelligkeit durch ihre ganze Oberfläche.

2. Hingegen nehmen Körper, welche die Elektricität nicht leiten, die Elektricität von andern elektri-

sirten ungerne auf, und verbreiten sie nicht, oder nur sehr langsam, durch die Nebentheile in den ganzen Körper.

3. Die leitenden Körper äussern die mitgetheilte Elektricität nur dann, wenn sie von Nichtleitern unterstützt oder an denselben aufgehängt sind: die Anrichtung zu diesem Ende heifst daher das Isoliren, ein Isolatorium.

4. Die elektrisirten und isolirten Leiter verlieren ihre Elektricität im Momente einer Berührung durch einen Leiter.

5. Die Nichtleiter halten hartnäckig über ihren elektrischen Zustand, und verlieren ihn nicht, ob sie gleich in den Nebentheilen von Leitern berührt werden.

6. Alle Metalle, frische Pflanzen, thierische Körper, Holzkohlen, befeuchtete Körper aller Art, feuchte und verdünnte Luft u. a. sind Elektricität „leitend."

7. Glas und glasartige Körper, als Bergcrystalle, und Edelsteine; Schwefel, Bernstein, Baumharze; getrocknete Pflanzenkörper; Wachs, Federn, Thierwolle, Haare, Seide; trockene Luft u. a. erweisen sich „nichtleitend."

9. Viele andere Körper, als Steine und nicht ganz trockene Pflanzen- und Thier-Stoffe, mancherlei Flüssige u. a. halten sich in der Mitte zwischen Leiter und Nichtleiter, und tragen den Namen Halbleiter.

154.

Die Natur wirkt durchgängig gesetzmäfsig: es ist daher das Gesetz aufzusuchen, nach dem sie die

Körper in Hinsicht auf ihre Leitungsfähigkeit classificire. Denn ohne Bekanntheit mit einem solchen Gesetze ist das Experimentiren ein Zugreifen auf gut Glück, und ein Probiren auf Gerathewohl. Ein solches Gesetz bietet uns die Natur in der Erkenntniſs dessen, was die Elektricität an sich ist, dar. Nämlich

Die Elektricität ist allen Körpern als Flächenkraft eingebohren; sie bedarf bloſs einer Erregung, um zum Leben zu kommen, und sofern ist die Elektricität eine Eigenthümlichkeit der Körper als solcher. Je körperlicher daher die Dinge sind, d. i. je bestimmter und ausdrücklicher an ihnen Cohärenz und Gewichtigkeit sich äuſsern, desto gleichförmiger und homogener ist ihre Fläche; und bietet denn einer Erregung, und dem Fortschreiten der Erregung die reinste Flächen-Indifferenz, eine freie Bahn dar. Nun sind es aber die Metalle, welche sich an Cohärenz und Gewichtigkeit vor allen Körpern ausnehmen, und sich dadurch als die körperlichsten Dinge ausweisen; ihre Oberflächen sind die gleichförmigsten, indifferentesten. In denselben ist daher die Erregung am wenigsten aufgehalten, das heiſst: die Metalle gehen an elektrischer Erregbarkeit, und an der Fähigkeit Elektricität zu leiten allen andern Körpern voran. Die Versuche bestätigen diese Wahrheit vollkommen.

155.

Versuche. Man schmelzt an ein Metallblättchen z. B. aus Kupfer, das dünne ist, und 1 1/2 Zoll im Durchmesser hält, ein 3 Zoll langes Siegellackstäng-

chen an. Man faſst den isolirenden Handgriff des Metallblättchens, und reibt es an irgend einer Fläche, namentlich am Katzenfell oder an einem Glasstreifen: so wird das Metallblättchen im hohen Grade elektrisirt. — Ja, auf Katzenhaare bloſs aufgedrückt (sie bloſs berührend), giebt das Metallblättchen schon die bestimmtesten Zeichen der Elektricität.

*) Gold- und Silbermünzen, Blättchen aus Eisen, Messing, Zink u. s. w. werden auf dieselbe Weise schnell elektrisirt, und dienen dann zum Erweise: Die Metalle sind durch Reibung (Berührung) aufs Leichteste elektrisirbar, und stehen eben deſswegen unter den Leitern an der Spitze.

**) Die Metalle haben sogar unter einander ein vorzügliches elektrisches Verhältniſs; denn ihre Flächen verhalten sich zu einander wie Plus zu Minus. Dieses läſst sich wahrnehmen, wenn zwei Blättchen von verschiedenem Metall durch Handgriffe isolirt, einander berühren, und dann wieder getrennt werden (Fig. 27. Taf. II.). Der höchste Gegensatz hat sich bisher gezeigt zwischen Kupfer- (Gold- und Silber-) Platten und Zinkplatten. Durch bloſse Berührung erregen sie sich einander wechselweise so, daſs Kupfer — E Zink + E zeigt.

156.

Die Metalle, welche die körperlichsten Dinge sind, sind eben deſswegen auch die ursprünglichsten.

Es tragen auch wirklich alle übrige Körper, andere Mineralien, Pflanzen und Thierkörper Spuren eines jüngern Alters. Die Mineralien, die Erden nicht ausgenommen, sind schon vielfältig dargestellt als Reste ehemaliger Metalle. Die chemischen Processe zeugen auch: die Metalle sind respectiv die einfachsten, Pflanzen schon mehr zusammengesetzte und die Thierkörper die zusammengesetztesten Körper.

Muſs nun dem Satze: „je körperlicher und ursprünglicher ein Ding, desto erregbarer zur Elektricität, und desto tauglicher zur Fortpflanzung, zur Leitung derselben ist er," ein Gegensatz zur Seite gehen, so folgt, daſs

> „je weiter die Körper von ihrem Urzustande, von der Metallität abgekommen sind, desto ungleichartiger, differenter ist ihre Oberfläche, und deſswegen desto gehinderter das Fortschreiten der erregten Elektricität an derselben."

Es müssen daher Körper, welche durch natürliche oder künstliche, chemische Processe sehr verändert sind, wie z. B. Harz, Wachs, Seide u. s. w. Nichtleiter sein.

*) Diesemnach sind, an und für sich" die Nichtleiter vom ersten Range im Thierreiche, die vom zweiten im Pflanzenreiche, und die vom letzten im Mineralreiche zu suchen. Die Natur läſst uns auch nicht im Zweifel über ihre Tendenz, ihre Körper auf solche Weise zu classificiren; denn die Erfahrung zeigt uns die Stufenfolge der Nichtleiter in nachstehender Ordnung:

1. Die Seide (animalisch);

2. Die Baumharze (vegetabilisch);
3. Die Gläser, natürliche und künstliche (mineralisch).

**) Der beschränkende Beisatz „an und für sich" darf nicht übersehen werden. Denn der Chemismus führt über die Materien, die er in seine Processe zieht, eine Herrschaft, deren Gesetzgebung noch nicht ausgeforscht ist, und der gemäfs er durch seine Analysen und Synthesen die complicirtesten Verhältnisse hervorbringt, die die Erregung der Electricität bald erleichtern, bald erschweren.

***) Die Holzkohle ist leitend, und kündigt dadurch ihre Metallität an. Dieselbe wurde auch schon wirklich metallisch erfunden (Döbereiner).

****) In jeder Hinsicht sind die Leiter und Nichtleiter der Elektricität blofse Relationen. Elektrisiren ist nämlich ein Differenziren der körperlichen Flächenkraft durch Erregung (148.); jede Erregung aber erleidet eine Reaction (Allg Dyn. 76.): mithin in ihrem Fortschreiten einigen Aufhalt, eine Hemmung (Schwächung); und da giebt es dann nirgends in der Natur einen absoluten Leiter der Elektricität. — Da die Elektricität eine Kraft ist, die aus der natürlichen Flächen-Indifferenz hervorgeht, und diese durchgehends nur relative Indifferenz ist: so ist in keinem Körper die Elektricität schlechterdings unerregbar, das heifst: es giebt nirgends in der Natur absolute Nichtleiter.

*****) Da die **Mittheilung** der Elektricität eine fortschreitende Erregung ist (151.), so muſs sie um so schneller vor sich gehen und um so weiter reichen, als **kleiner die Anzahl der Theile** ist, die zu erregen sind. **Stabartige** Körper müssen daher unter gleichen Umständen die Erregung immer leichter fortpflanzen, als Körper von derselben Materie, die in **Flächen** ausgedehnt sind. So leitet ein gläsernes Röhrchen die mitgetheilte Elektricität sehr merklich, weit und schnell, während die Glastafeln sich als nichtleitend zeigen. U. s. w.

157.

Dem Bisherigen zufolge ist die elektrische Erregung durch **Berührung** zweier Flächen bedingt, die einander **dynamisch entgegengesetzt** sind, mithin sich zu einander verhalten $= + E : - E$. Diese **zwei Gegensätze** sind nun auch in der **Erfahrung** als Wirklichkeiten aufzuzeigen.

Versuche. Man wählt zwei Körper von auffallend verschiedener Qualität z. B. eine **Siegellackstange** und eine **Glasröhre**, und reibt jede an demselben Flanell. Beide ziehen leichte Körperchen an, und stossen sie wieder ab, d. i. Siegellack und Glas sind durch Reiben **elektrisirt** worden.

Es seien zwei Stative in Bereitschaft, von deren jedem Arme ein Korkkügelchen an einem Seidenfaden herabhängt. Man elektrisirt beide mit der geriebenen Siegellackstange, hernach beide mit der geriebenen Glasröhre: in jenem und in diesem Falle **fliehen sich die Korke** nach der Berührung (Elektrisirung) oder sie weisen **das Phänomen des Abstossens.**

Wird jetzt das eine Korkkügelchen mit der Siegellackstange, das andere mit der Glasröhre elektrisirt: so ziehen sich die Korke einander an.

Glas und Harz durch Reibung mit Flanell (demselben Körper) elektrisirt, stellen also die Gegensätze in der Erscheinung auf:

der vom Glase abgestossene Kork wird vom Harze angezogen,
und der Kork, welcher das Harz flieht, strebt sich mit dem Glase zu vereinen.

*) Dieses Phänomen hat die Bezeichnung der zwei elektrischen Gegensätze mit „positiver“ und „negativer,“ „gleichnamiger und ungleichnamiger Elektricität“ veranlafst. Es ist auch eine durchgängige Erfahrung: die gleichnamig elektrisirten Körper stossen einander ab, die ungleichnamig elektrisirten (= + E und — E) ziehen einander an. Und da dient dann ein Korkkügelchen, das an einem Seidenfaden hängt, und elektrisirt wird, als ein Werkzeug, nicht nur überhaupt durch Ziehen und Stossen die Elektricität anzuzeigen, sondern auch ihre Gleich- oder Ungleichnamigkeit (Satz- und Gegensatz) kund zu machen; man benennt es sofern „Elektrometer.“

**) Das Anziehen ungleichnamig elektrisirter Körper und das Abstossen gleichnamig elektrisirter ist Erscheinung (des allgemeinen dynamischen Gesetzes) „entgegengesetzte Kräfte suchen einander“ in einem besondern Falle. Es sucht nämlich die Elektricität, wie immer

erregt, ihren flächlichen Gegensatz in der Umgebung. Hängt ein Kork entweder = + E oder = — E an einem Seidenfaden frei herab, ohne daſs ihm eine Fläche irgend eines Körpers angenähert wird, so hat er auf keiner Seite einen Gegensatz: er bleibt daher in Ruhe. Ist dem elektrisirten Korke, dessen Oberfläche = + E ein anderer Körper von einer Oberfläche = — E nahe, so streben diese Gegensätze sich zur Indifferenz zu verbinden, welches Streben durch die Annäherung des leicht beweglichen Korks klar angezeigt wird. Nähert man den Kork = + E einem + E elektrisirten Körper: so liegt der Gegensatz auf der entgegengesetzten Seite, und das Suchen dieses Gegensatzes drückt der Kork = + E eben durch seine Bewegung aus in der Richtung, die dem elektrisirten Körper = + E entgegengesetzt ist; und da ist dann auch hier die Flucht oder das Abstosssen zweier gleichnamig elektrisirter Körper lediglich nur Schein; an sich ist diese Flucht ein lauterer Ausdruck des Strebens zweier Gegensätze sich mit ihren Flächen zu vereinen, oder „ein Anziehen."

158.

Das Elektrometer, von dem vorhin die Rede war, erhielt von verschiedenen Naturforschern Verbesserungen hauptsächlich in Hinsicht auf seine Empfindlichkeit. Cavallo bediente sich einer Flaumfeder, Bennet zweier nebenander hängender Goldblättchen, Volta der Strohhalme u. s. w. Die Vorrichtungen geben indeſs nur an: ob ein angenä-

herter Körper elektrisirt, und ob er gleichnamig oder ungleichnamig elektrisirt sei; sie lassen aber ganz unbestimmmt:

welcher vom Pluscharakter = + E und welcher vom Minuscharakter = — E sei.

Dy Fay, der am ersten auf Gegensätze in der Elektricität aufmerksam machte, meinte in den zweierlei Materien des Glases und Harzes den Grund der Entgegensetzung zu finden, und bezeichnete die Gegensätze mit „Glas- und Harzelektricität." Nachdem man aber erfahren, dafs Glas bei gehöriger Behandlung dieselbe Elektricität zeige, welche geriebenes Harz äussert, und umgekehrt: so hat der Augenschein die Meinung widerlegt. Man bemerkte, dafs sich die elektrischen Gegensätze durch knotigtes (zusammengezogenes) und durch straliges (ausgedehntes) Licht, auch durch Figuren, die der Staub auf elektrisirter Harzfläche bildet, und bald sonnenartig (contrahirt), bald sternigt (expandirt) erscheint, angedeutet werden. Allein dergleichen Phänomene greifen in das Gebiet der chemisch-elektrischen Erscheinungen ein, und geben durchaus keine Aufklärung über den eigentlichen Grund, aus dem allgemein der Plus- und Minus-Zustand eines elektrisirten Körpers zu erkennen und zu bestimmen ist.

159.

Auch hier, in dieser tiefen Dunkelheit, bietet uns die Dynamik einiges Licht. Indem die Elektricität die erregte Flächenkraft der Körper ist: so hängt das + M oder — M derselben lediglich von der Qualität der Körperfläche ab.

Zwar ist die Verschiedenheit der Körper in Hinsicht ihrer Qualität unendlich groſs; aber die gesamten Körperqualitäten sind doch auf zwei zu bringen,

auf die vom positiven
und auf die vom negativen Charakter (8.).

Da das Körperliche in der Materienwelt durch die Cohärenz bestimmt ist: so sind die Metalle in Vergleich mit allen andern Körpern von höchster Position (in ihnen ist sowohl die Cohärenz als die Gewichtigkeit am vorzüglichsten gesetzt), die Metalle sind demnach auch als die ursprünglichsten zu betrachten (156.): es stehen daher die Metalle in der Reihe der Körper von positiver Qualität oben an.

Es sind also die Metalle ein Beziehungspunct = Plus, woran das Plus oder Minus der Flächenqualität (als erregte Elektricität) richtig bestimmt werden kann.

*) Kommt nämlich eine Metallfläche mit einer andern, die nicht metallisch ist, in Berührung, so wird das Plus desselben das Minus in diesem suchen, dadurch seine Indifferenz lösen, und indem sich das Minus des anderen Körpers sich zum Plus des Metalls wendet, wird in dem andern das Plus frei werden, während im Metalle durch Wechselwirkung auch eine Differenzirung vorgeht, wodurch in ihm das Minus frei wird, nach einem allgemeinen dynamischen Gesetze, „daſs durch Erregung die dynamischen Zustände wechseln" (Allg. Dyn. 49. 4.).

**) Dem zufolge ist die Oberfläche des Kupfers (Goldes, Silbers) im Verhältniſs zur Ober-

fläche des Zinkes vom positiven Charakter, weil sie in Berührung des Zinks — E wird, während das Zink den Zustand + E annimmt (155. **); denn die Flächenpolaritäten wechseln, wie es auch aus der gegebenen Erklärung klar, und als gesetzmäſsig erkannt wird.

160.

Reibt man ein Metallblättchen, welches durch ein Siegellackstängchen isolirt ist, an der Fläche eines anderen nichtmetallischen Körpers, z. B. an Katzenhaaren, an Glas u. s. w.: so wird es ursprünglich vom Pluscharakter (vorherg.) = — E elektrisirt. Wird daher mit demselben Metallblättchen ein an einen Seidenfaden hängender Kork elektrisirt: so erhält der Kork durch Mittheilung die Minuselektricität (159.), und der Kork giebt dann durch seine Flucht an, der angenähete Körper sei ihm gleichnamig — E elektrisirt; der aber, dem sich der Kork nähert, habe die ungleichnamige Elektricität = + E.

Ein mit einem durch Reibung elektrisirten Metall durch Mittheilung elektrisirter Kork, der an einem Seidenfaden hängt, ist also „der Beziehungspunct" an dem sich sehen läſst,

daſs ein Körper nicht nur elektrisirt,
sondern auch daſs die Elektricität des Körpers entweder positiv (= + E) oder negativ (= — E) sei.

*) Ein isolirter Kork „durch Metall elektrisirt," ist demnach zu nennen „Elektrophantes" (Elektricitätszeiger, index electrici-

tatis-positiuae et negatiuae). Zu zarten Versuchen dienen dann vorzüglich Goldblättchen, die in einem Glascylinder an einem isolirten Drath neben einander herabhängen, und durch ein Metallblättchen elektrisirt werden (M. Abh. vom Elektrophantes etc.).

**) Die Oberflächen der Körper werden nicht nur durch chemischen Procefs mannigfaltigst geändert, sondern auf die Flächenqualität der Körper können noch anderweitig modificirenden Einflufs haben, das Licht, die Luft, Dünste, Dämpfe, Wärme und Kälte, u. s. w. Die Körperflächen können mit fremden Stoffen belegt, gefärbt, bemalt werden, u. s. w.

161.

Obgleich die Metalle in Vergleichung mit den nichtmetallischen Körpern von positiver Qualität sind, so stehen sie doch, als Verschiedenheiten, zu einander in einem relativen Verhältni $= + : -$. Ein solches entgegengesetztes Verhältnifs hat den Beobachtungen zufolge im vorzüglichsten Grade statt zwischen Kupfer (Gold, Silber) und Zink.

Die Verglasung gehört zu den gröfsten Veränderungen, die der chemische Procefs in den Metallen und andern Mineralien hervorbringen kann. Glas und glasartige Körper sind daher von dem ursprünglichen Zustande am meisten entfernt — die verändertsten Körper. Es machen daher die Gläser mit den Metallen den höchsten Gegensatz aus, und haben dann im Verhältnifs zu Me-

tall (= Plus) durchgängig den negativen Charakter.

Pflanzenkörper sind in Beziehung auf die thierischen Körper mehr ursprünglich, und chemisch betrachtet weniger complicirt als diese. Die Vegetabilien sind daher im Vergleich mit den Animalien von positiver Flächenqualität. Reibt man daher Körper aus dem Pflanzenreiche mit Körpern aus dem Thierreiche: so werden diese von jenen an und für sich positiv elektrisirt, während dafs jene den negativen Zustand annehmen (159.). Seidene Bänder werden mit Baumwolle oder Siegellack gerieben, Thierhaare von Baumharzen oder gedörrten Holzstäbchen gerieben, wirklich positiv elektrisirt.

Die Harze der Pflanzen, Federn, die Wolle und die Haare der Thiere, wie auch die Seide sind den chemischen Procefs durchgegangen, welcher der Verglasung gleichet. Harze sind als Verglasungen der Vegetation, und Federn, Wolle und Haare, die aus der Thierhaut pflanzenartig hervorwachsen, dann noch Seide sind als Verglasungen der Animalisation anzusehen. Die Harze sind daher in der Reihe der Pflanzenkörper, und die Federn, Wolle, Haare und Seide in der Reihe der Thierkörper, in Beziehung auf ihre Flächenkraft, Extreme, die den negativen Charakter tragen (156.), mithin mit Metallen Differenzen bilden, die an und für sich die höchsten sind. — Harze werden auch in Berührung mit Metallen z. B. Siegellackstangen gerieben mit Stanniol oder öfter in Quecksilber eingetaucht = + E. Noch leichter und stärker werden die Metalle in Berührung feiner Thier-

haare in den Zustand = — E mithin die Thierhaare in den = + E versetzt (119.).

*) Alle Pflanzen- und Thierstoffe sind Productionen des Chemismus; es gilt daher auch hier die Bemerkurg, die früher gemacht worden (156. **): Die Vegetabilien und Animalien weisen unendliche Verschiedenheiten, und da besteht dann unter ihnen ein mannigfaltig verwickeltes Verhältnifs, das dann noch verwickelter sein mufs, wenn Pflanzen- und Thierkörper verschiedenster Art unter einander, und jene oder diese mit Metallen in Berührung kommen, woraus sich Erscheinungen ergeben, die den aufgestellten Gesetzen zu widerstreben scheinen, deren Gesetzlichkeit aber die empirische Chemie noch finden wird.

162.

Nach dem, was bisher gelehrt worden, ist es klar, dafs die Elektricität, die blofs dynamische Flächenkraft der Materie ist (148.), erregt werden müsse, sobald zwei (relativ) differente Körperflächen mit einander in Berührung kommen, und dafs die Erregung um so schneller und kräftiger erfolge, als gröfser der Gegensatz ist, der zwischen denselben herrschet. Indefs bringt die simple Berührung, wenn wir die Metalle ausnehmen (155.), nie merkbare Zeichen der Elektricität hervor; erst dann wenn die Berührung mit Druck und Bewegung verbunden — eine Reibung ist (149.), kommt die Elektricität zum Vorschein. Es ist daher hier bei Erregung dynamischer Kräfte ein Mechanismus im Spiele.

Stärkeres und anhaltenderes Reiben elektrisirt gewöhnlich schneller und stärker. Ja sogar die Qualität der elektrischen Kraft wird durch mechanische Formen manchmal geändert, z. B. eine glatte Glasröhre wird mit Katzenfell gerieben positiv, hingegen eine rauhe (matte) Glasröhre negativ elektrisirt. Eine Glasfläche wird durch Streichen mit einer Fuchsruthe in den Zustand — E versetzt, wenn sie frei in der Luft gehalten wird, hingegen nimmt sie den Zustand + E an, wenn sie während dem Streichen auf einem Tische aufliegt. Zerschneidet man ein wohl behaartes Katzenfell, legt das eine Stück auf den Tisch, und reibt mit dem anderen darüber hin, anfangs so, daſs der Strich bei beiden in der Richtung der Haare geht, hernach so, daſs bei den über den Tisch gelegten der Strich gegen die Haare geführt wird: so erscheint im ersten Falle wegen der allseitigen Gleichheit (Indifferenz) keine merkliche Elektricität, im zweiten Falle erhält der Theil des Katzenfells, dessen Haare in der Richtung des Hinreibens (glatt) liegen, die Elektricität = + E, und jener Theil, dessen Haare das Hinreiben empor hebt, und eine rauhe Fläche darbietet = — E. U. s. w.

*) Es kommt daher bei elektrischen Versuchen nebst der dynamischen und chemischen Differenz noch eine mechanische in Anschlag. Indeſs hat die mechanische Entgegensetzung, so wie die chemische, nur in Beziehung auf die dynamische eine Bedeutung, (Allg. Dynamik). — Nämlich das stärkere und längere Reiben bewirkt eine genauere, innigere und vielseitigere Berührung der Flächen, deren Theile zu einander im dynamischen Gegensatze stehen, bedingt also eine schnellere und stärkere

Erregung. Die Körper mit rauhen Oberflächen nehmen in die Luft getaucht, immer Lufttheilchen in ihre Zwischenräume, die dann die Oberfläche ändern (160. * *). Eine Glasfläche bietet einmal mit Luft umgeben ein andersmal auf dem Tische aufliegend der Fuchsruthe ein anderes Flächen-Verhältnifs dar: der elektrische Zustand mufs daher wechseln. U. s. w.

163.

Die Elektricität bewies sich bisher in der Erfahrung durchgängig als das, was sie nach unserer Bestimmung (148.) ist, als ein Flächenleben der materiellen Natur. Wir haben aber in der Natur wie keine eigentliche Linien, so auch keine eigentliche Flächen. Körper, die in die Länge und Breite ausgedehnt und dünne (ohne grofse Tiefe) sind, heifsen wir Flächen. Ist aber Elektrisiren nichts anderes als ein Differenziren der Flächen-Indifferenz (148.): so müssen die Flächen (Scheiben, Tafeln, Kuchen etc.) diejenigen Körper sein, in denen die Elektricität nicht nur am leichtesten und stärksten erregt werden kann, sondern es mufs bei ihnen

die Erregung einer bestimmten Elektricität auf einer Seite, allemal die Erregung ihres Gegensatzes auf der andern Seite zur Folge haben;

die Flächen-Indifferenz $=$ E mufs sich in $+$E und $-$E entzweien, und diese Entzweiung mufs sich an den zwei entgegengesetzten Seiten einer Fläche aufstellen, oder:

Das Hervorgehen einer Flächenpolarität = + E auf einer Seite muſs durchgängig begleiten ein Hervortreten der Flächenpolarität = — E auf der anderen Seite, sobald eine Fläche elektrisirt wird; oder:

nirgends ist in der Natur nur eine Flächenpolarität; ja die polarisirten zwei Flächen einer Scheibe, eines Kuchens etc. wirken in die Umgebung ein, (haben eine Wirkungssphäre) und polarisiren auch diese mit ihrer erregenden Kraft.

*) Diese Behauptungen sind Wahrheiten, welche zu den interessantesten gehören, und über das Wesen der Elektricität entscheidendst Aufschluſs geben. Ich deutete schon vor 30 Jahren darauf hin (Vollständ. Lehre von den Gesetzen der Elektricität und von der Anwendung derselben. Landshut. 1791. Seite 94.) und entwickelte sie ausführlich vor mehr als 12 Jahren, ohne daſs sie bei unsern Physikern auch nur Aufmerksamkeit erregten. Aber darum ist auch noch in unsern Tagen die Unwissenheit in Hinsicht des Wesens der Elektricität ungeheuer groſs! — Die ausgesprochenen Wahrheiten, die aus der dynamischen Ansicht der Natur hervorgehen, sind nun auch im Experiment vor Augen zu legen.

164.

Zubereitung. Man fertigt sich 1 Fuſs lange und 1 1/2 Zoll breite Streifen aus Materien aller Reiche der Natur,

von Papier aus dem Pflanzenreiche,
von Seide aus dem Thierreiche,
und von Glas aus dem Mineralienreiche.

Die Streifen werden bei den Versuchen übereinander gelegt, und so (respectiv) in Eine Körperfläche geformt, deren Seiten (die obere und die untere) von einander abgesondert, und dann jede von der andern getrennt, besonders untersucht werden kann.

Als Reibzeug werden gebraucht Katzenfell und ein Metallblättchen mit einem isolirenden Handgriff (155.).

165.

Versuche mit Papierstreifen. Man legt zwei Streifen getrocknetes Papier über einen Tisch, und streicht mit dem Katzenfell darüber weg.

1. Beide Streifen hängen, vom Tische weggenommen, zusammen, und stossen den negativ elektrisirten Kork: erweisen sich also in ihrer Verbindung — E.

2. Man trennt hierauf die beiden Streifen, und nähert einen nach dem andern dem Kork — E; der geriebene (obere) Streif äufsert sich gegen den Kork stossend also — E, der andere Streif aber (der untere) anziehend, folglich = + E.

3. Die getrennten Streifen einander wieder genähert, streben nach Vereinigung, und stossen vereinigt wieder den Kork = — E.

*) Nämlich durch Reiben der Papierfläche wird die Flächenkraft differenzirt, so, dafs sich das — M gegen das Katzenfell und das + M gegen den Tisch wendet, und sonach die Fläche polarisirt; blofs herrscht in den verbundenen Streifen das — M vor; zeigt sich aber als besondere Polarität nach der Trennung, wo an dem untern

Streifen das vorhin verschlungene + E zum Vorschein kommt.

166.

Versuche mit seidenen Bändern. Es werden zwei seidene Bänder von derselben Farbe übereinander auf einen Tisch niedergelegt, und mit dem Metallblättchen etliche Male gestrichen.

1. Das Metallblättchen zeigt nach der Reibung die Elektricität —E (159.).

2. Das obere Band vom untern getrennt, ist elektrisirt = + E.

3. Das untere = — E.

4. Beide einander genähert ziehen einander an, und weisen vereint die Elektricität = — E.

*) Werden die seidenen Flächen (Bänder) mit Katzenhaaren gerieben, so wird die negative Elektricität in dem Grade erregt, daſs auch die untere Seite den Minuscharakter erhält (161. *); denn ihre Gleichnamigkeit zeigt sich schon beim Wegnehmen derselben vom Tische; sie stossen einander so ab, daſs sie eine Divergenz bilden, indem ihre Enden mit den zwei Fingern zusammen gehalten werden, und dann dem Korke = — E angenähert, stossen sie ihn ab. — Der Gegensatz + E (die andere Flächenpolarität) ist in diesem Falle im Tische zu suchen.

167.

Versuche mit Glasstreifen. Werden zwei Glasstreifen übereinander auf einen Tisch gelegt, und wird der obere Streif mit dem Metallblättchen gerieben: so

1. äuſsert sich das Metallblättchen = — E,
2. der obere Streif zeigt + E
3. der untere — E.
4. Beide vereint weisen einen Zustand, in denen keine Polarität vorherrscht — die Indifferenz.

*) Trennt man die beiden Glasstreifen wieder, so wird die Indifferenz abermal differenzirt; der obere Streif erscheint wieder mit + E, und der untere mit — E.

**) Da sich in der Folge dieselben Erscheinungen aufs Glänzendste wiederholen: so liegt vor Augen: „Elektrisiren ist nur ein Differenziren der dynamischen Flächenindifferenz, und zwar so, daſs sich die Differenzen auf die beiden Seiten einer Körperfläche legen — zwei Flächenpolaritäten darstellen." Und „erscheint im Experiment nur Eine Polarität (Ein Gegensatz) entweder nur + M oder nur — M, so ist dieses bloſs die Erscheinung vom Vorherrschen einer Flächenkraft über die andere."

168.

Versuche dieser Art können ausserordentlich vervielfältigt, und die rein elektrischen Erscheinungen (die leider vernachlässigsten!) in vorzüglicher Schöne mit seidenen Bändern angestellt werden. Dieselben sind so viele sinnliche Darstellungen der Wahrheit: „die Elektricität sei nichts anderes als die dynamische Flächenkraft der materiellen

Natur," und bringen sonst noch die wichtigsten Lehren unter empirische Anschauung.

Man stellt die Versuche mit seidenen Bändern an, die ungefärbt, mit Pflanzenfarben tingirt, oder mit mineralischer Farbe überzogen sind, sonach

entweder eine rein thierische,
oder vegetabilische,
oder mineralische Oberfläche haben.

Die Bänder können mit thierischen, oder vegetabilischen, oder mineralischen Stoffen gerieben, und die Versuche mit einem, mit zwei oder mehrern Bändern, im Freien, oder irgend auf einer Fläche gelegt, angestellt werden.

Vorzüglich merkwürdig ist, daſs man bei solchen Versuchen der empirischen Chemie vorgreifen, und durch das Plus oder Minus der geriebenen Bänder die Qualität des Stoffes, womit die Bänder gefärbt sind, bestimmt angeben kann.

*) Das Ausführliche würde hier zu weit führen. Man sehe meine Abh. „Wesen der Elektricität durch neue Versuche mit seidenen Bändern dargestellt etc." Sulzbach 1819.

**) Nicht nur bei seidenen Bändern, sondern noch anderweitig giebt die Elektricität die Qualität der Körper-Flächen an, und erweiset sich daher mannigfaltigst in der Erfahrung als Flächenkraft. So findet man mittelst des isolirten Metallblättchens und des Korks, der am seidenen Faden aufgehängt ist (mittelst des Elektrophantes), daſs Schwefel höchst metallisch, und Wachs höchst

thierisch sei, u. s. w. Ich habe daher in der angezeigten Abhandlung mit Recht bemerkt: daſs sich „der Elektrophantes" noch zu einem „Poisotetophantes" (zu einem allgemeinen Qualitätenzeiger) ausbilden werde.

169.

Die bisher vorgeführten elektrischen Erscheinungen waren immer durch unmittelbare Berührung (Reibung) bedingt. Es giebt aber auch eine mittelbare Berührung, durch Dazwischenkunft eines andern Körpers (Mediums), von dem die elektrischen Phänomene abhängig sind. Eine solche mittelbare Berührung begegnet uns an jeder elektrischen Erscheinung, wenn wir auf den Umstand aufmerken, daſs alle Körper mit Luft umgeben sind, und elektrisirt

das Phänomen des Anziehens und Abstossens in beträchtlichen Abständen hervorbringen;

denn ohne alle Berührung ist keine Erregung, worin das Elektrisiren besteht, möglich. Die Wirkung in die Ferne (actio in distans) ist ja nichts anderes als eine durch ein Medium fortgepflanzte Erregung (113.).

Es ist daher schon hierdurch in der Erfahrung nachgewiesen: daſs die elektrisirten Flächen in die Umgebung eingreifen, und diese erregen.

Allein wir müssen bei der mittelbaren Berührung auch wieder das allgemeine Gesetz der Berührung finden. Es muſs empirisch nachgewiesen werden:

daſs ein Körper von einem elektrisirten mittelbar berührt, an seiner Oberfläche einen elektrischen

Zustand annehme, die dem des elektrisirten entgegengesetzt ist.

Eben dieses zeigen nachfolgende Versuche.

*) Die Wirkung in die Ferne ist nämlich auch hier bloſs Erregung der dynamischen Grundkraft, die jedem Medium einwohnt, und dann Fortpflanzung dieser Erregung.

**) Gleichwie alle dynamische Kraft mit der Entfernung abnimmt, so nehmen wir auch bei der Elektricität diese Abnahme wahr. Nur fällt das bestimmte Verhältniſs der Abnahme nicht ganz klar in die Augen. Coulomb bestimmte auch hier durch seine Drehwage, daſs die Stärke der Elektricität im umgekehrten Quadratverhältniſs mit den Abständen stehe (Simon giebt das einfache umgekehrte Verhältniſs mit den Abständen an).

170.

Versuche. 1. Hängt man an einem metallenen Stängchen, das horizontal von seidenen Fäden getragen wird, zwei 3 Zoll lange Leinenfäden auf, und nähert dann diesen Fäden eine Siegellackstange, die — E elektrisirt ist: so gehen die Fäden auseinander, und fallen wieder zusammen, wenn die Siegellackstange entfernt wird. Die Fäden werden daher in der Wirkungssphäre des negativen Harzes elektrisirt, und dem Elektrophantes zufolge = + E elektrisirt. — Wird der Versuch mit einer Glasstange, die man mit Stanniol gerieben, mithin = + E elektrisirt hat, den Fäden angenähert: so gehen sie, wie im vorigen Versuche auseinander, und erweisen sich am Elektrophantes = — E elektrisirt.

2. Wird der Versuch mit dem Unterschiede wiederholt, daſs am andern Ende des Stängchens und in der Mitte ein paar Leinenfäden aufgehängt werden: so gehen bei Annäherung der Siegellackstange (= — E) zu den Anfangsfäden, nicht nur diese, sondern auch die Endefäden auseinander, die mittern Fäden bleiben unverändert. Der Elektrophantes giebt die Anfangsfäden (in der negativen Wirkungssphäre) + E, die Endfäden aber — E an).

3. Werden dieselben Versuche bei nichtleitenden Stäbchen angestellt: so werden die Fäden, welche in die Wirkungssphäre des + E elektrisirten Glases eintreten auch = — E, die Endfäden + E; das Umgekehrte erfolgt, wenn die Siegellackstange — E angenähert wird. Bloſs zeigt sich bei dem nichtleitenden horizontalen Stängchen, daſs die Fäden, wenn mehrere Paare aufgehängt werden, auch in der Mitte auseinander gehen, und so elektrisirt werden, daſs auf das + E der Anfangsfäden, Fäden mit — E, auf diese Fäden mit + E u. s. w. folgen. Die Endfäden sind aber immer mit dem angenäherten elektrisirten Körper gleichnamig, gleichwie die Anfangsfäden ihm ungleichnamig elektrisirt sind.

*) Es nimmt also ein Körper von einem elektrisirten mittelbar berührt wirklich einen elektrischen Zustand an, der dem des elektrisirten entgegengesetzt ist, oder „wenn ein Körper in die elektrische Wirkungssphäre (in den Raum, worin die Elektricität wirkt) eines Körpers eintritt, so wird er

auch elektrisirt,

und zwar entgegengesetzt elektrisirt."

Nämlich sobald im vorliegenden Versuche das Ende eines horizontal gehängten Stängchens in die Wirkungssphäre der Glasstange = + E eingeht: so sucht das Plus des Glases das Minus der Stange und der daran hängenden Fäden; dieses wendet sich zum Glase = + E, wodurch dann sein Plus, das mit ihm zur Indifferenz verbunden war, frei wird; dieses sucht das Minus im nächsten Theil des Stängchens, und so fort, wo dann am andern Ende desselben das Plus (keinen Gegensatz mehr findend) anhalten, und sich offenbaren mufs. — Das Umgekehrte erfolgt, wenn den Anfangsfäden Siegellack = — E angenähert wird.

**) Ist das horizontalhängende Stängchen ein Nichtleiter, z. B. aus Glas, so wird das Fortschreiten des frei gewordenen Plus (oder Minus) aufgehalten: wo dann das fortschreitende + E in den nächsten Theilen der Stange, das in seinen Wirkungskreis tritt, ein — E bewirkt u. s. w., das ist, abwechselnde elektrische Zonen von + E und — E bildet. Im Uebergange des + E in — E, in der Gränze der Gegensätze, erscheint im leitenden Stäbchen die Indifferenz.

171.

Wärme und Kälte sind zwei dynamische Gegensätze = + und —, und dennoch werden, wenn heifse und kalte Körper sich an ihren Flächen berühren, diese nicht differenzirt — nicht elektrisirt. Wie hängt diese Erscheinung mit den aufgestellten Lehren zusammen? — — Die Elektricität ist eine Flächenkraft,

und kann sonach nur erweckt werden, wenn dynamische Gegensätze in Wechselwirkung kommen, welche an den Flächen haften (148.). Die Wärme ist cubisch freie Expansion, und die Kälte cubisch beschränkende Contraction (Allg. Dyn. 93.). Wärme und Kälte sind daher Erscheinungen von Kräften, die sich nach allen Dimensionen äufsern, in denen dann die Fläche verschlungen ist, und sonach sich keine Flächenkraft, keine Elektricität zeigen kann.

Indefs weiset die Natur dennoch Beispiele, wo ein solches Kräfte-Verhältnifs eintritt, dafs die Flächenkraft aus dem Cubus hervor tritt, und sich in elektrischen Erscheinungen sichtbar macht. So wird durch Schmelzung in manchen Körpern Elektricität erregt, z. B. im Schwefel, Siegellack, Wachs, Chokolade u. a.

172.

Auffallendst äufsert sich ein solches Kräfte-Verhältnifs im Turmalin (Trip). Dieser säulenartige Stein kam anfangs aus Ceylon (1712); wird aber auch in den Tyroler- und anderen Gebirgen gefunden. Canton, Wilke, Aepinus, Wilson u. a. haben mit dem Turmalin Versuche angestellt. Cavallo hat die Erscheinungen gesammelt und neue Beobachtungen hinzugefügt. Die erzählten Resultate der Versuche mit dem Turmalin bedürfen aber immer noch einer Revision, um aller Eigenschaften dieses Steins gewifs zu werden.

Man findet die Eigenschaft des Turmalins auch in dem ihm verwandten Schörl, und mehreren Edelsteinen, auch an Axinit (Themmerstein), Mesotyp (Faserzeolit), u. a. Nach den Beobachtungen

der Crystallographen scheint die Temperaturänderung in allen regulären Körpergestalten die elektrische Polarisirung zu bewirken. Diesemnach ist dann in den Crystallen die Flächenkraft, welche die Elektricität ist, vorzüglich erregbar. Dieses wird einigermafsen dadurch begreiflich, dafs die Crystalle sich durch Ansatz der Lamellen (Flächen) vergröfsern (32.); wo dann bei Erregung der ganzen Crystallmasse durch die Wärme, die Flächenkraft erregt bleiben, und sich als Elektricität offenbaren kann.

*) Die Versuche mit Turmalin können schicklich so angestellt werden. Man umwindet ein Säulchen Turmalin in ihrer Mitte mit feinem Drath; läfst diesen in ein dünnes Glasröhrlein federnd ein, und befestigt dadurch den Turmalin. Das Säulchen wird in einiger Entfernung von einem Kohlfeuer gehalten (oder auf einer heissen Metallplatte niedergelegt), und erwärmt. Das Säulchen weiset nun an den Endflächen elektrische Polaritäten, an einem Ende erscheint +E, am andern — E. U. s. w.

**) Wird das Turmalin-Säulchen durch Reiben elektrisirt: so kommt immer nur Eine Polarität zum Vorschein; allein diese Eine Polarität ist nur das Vorherrschen eines Gegensatzes über den andern (164 etc.).

173.

Blicken wir auf die vielen mannigfaltigen und auffallenden elektrischen Erscheinungen zurück: so erhellet sonnenklar, dafs sich in denselben

nur offenbare
die dynamische Dreieinheit in Form der Fläche;

es lassen sich auch wirklich alle elektrische Phänomene daraus verstehen und erklären; dafs also das Schema der Elektricität ist, eine Fläche, die auf einer Seite + E (= Expansion), auf der andern — E (= Contraction), und in der Mitte die Indifferenz (= Synthese) äussert.

Zwar erscheint, wie wir zeigten, mehrmalen nur Eine Flächenpolarität (Ein Gegensatz); aber wir wiesen im Experiment nach, dafs die Eine Polarität nur das Phänomen des Vorherrschens einer Kraft über die andere sei (146. etc.).

Auch ist es aus der tiefern Bedeutung der dynamischen Dreieinheit unwidersprechlich, dafs sie ein unzertrennliches Eine sei, sonach kein + E ohne — E und beide nicht ohne Synthese = E bestehen können (Allg. Dyn. 36. etc.). Das Experiment verläfst uns auch hier nicht. Wir können empirisch zeigen, dafs, wo nur Eine Kraft (+ E oder — E) zum Vorschein kommt, dennoch da die Dreiheit vorhanden sei.

174.

Versuche. 1. Man elektrisirt einen gebogenen Drath (Fig. 22. Taf. II.), an dessen einem Ende c zwei Goldblättchen hängen, sehr schwach = + E: sogleich gehen die Goldblättchen auseinander (stossen, gleichnamig elektrisirt, einander ab). Nähert man nun dem andern Ende des Drathes a ein geriebenes Siegellackstängchen — E, so fallen die Goldblättchen zusammen (erweisen sich also indifferent = Synthese). Bringt man das Stängchen = — E noch nä-

her zu a: so gehen die Blättchen wieder auseinander, sind daher wieder elektrisirt, und zwar nach dem Elektrophantes, — E.

2. Wird derselbe Versuch wiederholt mit dem Unterschiede, dafs man den Drath schwach — E elektrisirt, so kommen dieselben Erscheinungen nur umgekehrt hervor. Nähert man nämlich eine Glasstange = + E dem Drathende a: so fallen die Blättchen zusammen, und zeigen die Indifferenz (Synthese), gehen aber bei gröfserer Annäherung des Glases = + E wieder aus einander, und zeigen + E.

Es wird also im Versuche 1. aus dem — E des Drathes die Synthese und das + E, und im Versuche 2. aus dem + E die Synthese und das — E wirklich hervorgerufen, und unter empirische Anschauung gebracht.

*) Nämlich nähert sich das + E dem — E des Drathes: so sucht sich das + E mit dem — E zu vereinen, dadurch wird dessen Plus, wodurch es beschränkt ist, frei, und bringt dann das — E des Drathendes c in den Indifferenzzustand; bei gröfserer Annäherung des + E, wird noch mehr Plus aus dem — E befreit, dafs dann die Indifferenz des Drathendes c samt dem Goldblättchen in dem Pluszustand übergeht. Gerade das Umgekehrte mufs erfolgen, wenn dem Drathe, der — E ist, ein Glasstängchen = + E angenähert wird.

**) Wird dem negativ elektrisirten Drath a b c ein Siegellackstängchen = + E genähert: so gehen die Blättchen noch mehr auseinander. Dasselbe geschieht, wenn man den positiv elektrisirten Drath ein Glasstängchen = + E an-

nähert: die Goldblättchen divergiren nur noch mehr. In diesen Fällen nähern sich gleichnamig elektrisirte Körper. Tritt nämlich im ersten Falle das — E des Drathes in die Wirkungssphäre des Siegellacks vom stärkern — E: so neigt sich das Plus des Drathes, welches durch das Vorherrschende — E unterdrückt ist, zum Siegellack, wodurch das — E noch mehr befreit, die Goldblättchen im höhern Grade — E elektrisirt: daher sie dann mehr divergiren müssen. Im zweiten Falle nähert sich die Glasstange = + E dem + E des Drathes: das — E, welches durch das + E beherrscht ist, wendet sich nun zur Glasröhre vom stärkern + E, und da wird das + E des Drathes noch mehr frei, wodurch das Ende c mit den Goldblättchen noch mehr positiv wird, und demnach eine grössere Divergenz der Goldblättchen bewirkt. — Noch verdient bemerkt zu werden. Berührt man den metallenen Drath mit einem Leiter an seinem andern Ende c, während dafs das a in eine positive oder negative Wirkungssphäre eingesenkt ist: so kehrt zwar der Drath zur Indifferenz zurück, aber immer mit Ausnahme jenes Theils, der sich noch in der Wirkungssphäre befindet; dieser bleibt in Wechselwirkung mit seinem Gegensatze, nach dem der übrige Drath schon in die Synthese getreten ist: daher gehen die Blättchen nochmal auseinander, wenn die elektrisirte Stange ganz entfernt wird.

***) Die aufgezählten Erscheinungen qualificiren einen Drath, an dem Goldblättchen hängen, und

unter einem Glase vor dem Einflusse äusserer Bewegung gesichert sind, zu einem „empfindlichen Elektrophantes.“ Wird nämlich der Drath mit Metall elektrisirt: so gehen die Fäden auseinander, und man weiſs, daſs ihr elektrischer Zustand = — E sei (160.). Nähert man nun einen elektrisirten Körper: so gehen die Blättchen entweder noch mehr auseinander oder sie fallen zusammen. Im ersten Falle ist der angenäherte Körper = — E (gleichnamig), im zweiten Fall = = + E (ungleichnamig elektrisirt).

175.

Hat man bei den elektrischen Versuchen die Absicht, die Elektricität im hohen Grade wirken zu lassen, so bedient man sich solcher Vorrichtungen,

wobei Flächen, welche die erregte Elektricität fest halten (Nichtleiter sind) und grossen Umfang haben, mit Reibzeugen, die mit denselben im höchsten Gegensatze stehen, in Berührung kommen.

Aber dann erscheint die Elektricität nicht bloſs mehr im Anziehen und Abstossen leichter Körperchen, sondern in Funkenerscheinungen; daher in einer neuen Form, als „Elektro-Chemismus.“ Wir berücksichtigen immer vorzugsweise „die rein elektrischen Wirkungen.“

Vorrichtungen dieser Art sind vornehmlich

die Elektrophore,
die Condensatoren,
und die Elektrisirmaschinen.

Wir haben diese Vorrichtungen zu beschreiben, ihre Wirkungen aufzuzählen, und mit den nachgewiesenen Gesetzen in Einklang zu bringen.

176.

Ein „Elektrophor" ist ein scheibenartiger Apparat von einer nichtleitenden und zwei leitenden Flächen, der dient auf eine anhaltende Weise, nicht nur die rein elektrischen Versuche in einem vorzüglichen Grade anzustellen, sondern auch Licht- und Funken-Erscheinungen hervorzubringen.

Die nichtleitende Fläche, welche mit Katzenfell u. d. gl. gerieben, die Wirkungen im hohen Grade hervor bringt, ist ein Harzkuchen, der in eine Form aus Sturzblech (Schüssel, Teller) oder aus Papp, den man mit Stanniol überzieht, gegossen, und mit einer Scheibe aus Sturzblech, oder mit Stanniol überzogenem Pappdeckel, den man an seidenen Schnüren aufziehen, oder mittelst eines gläsernen Handgriffes aufheben kann, (einem Deckel, Schild etc.) versehen ist.

Der nichtleitende Kuchen ist ein Gemische aus Harz, das weder spröde noch weich ist. Das Gemische wird von verschiedenen Naturforschern verschieden angegeben. Pickel hält eine Zusammensetzung aus 5 Th. Gummi lacca in tabulis, 3 Th. reinen Mastix und 2 Th. venetianischen Terpentin für sehr wirksam. Robert schmolz 1/2 Unze Pech, 2 Unzen Jungfernwachs, 3 Unzen venetianischen Terpentin, 3 Unzen Harz, 10 Unzen Gummilack zu einem Kuchen, und behauptete, daſs er nicht nur die elektrischen Erscheinungen vorzüglich darstelle, sondern auch

lange im elektrischen Zustande beharre. Kastner empfiehlt eine Mischung von 1 1/2 Th. Schellack, 1 Th. venetianischen Terpentin, 2 Th. Calaphonium und 1/2 Th. Mastix. — Ich finde die einfache Mengung aus 2 Th. Calaphonium und 2 Th. weifses Harz, die eine halbe Stunde lang über Feuer gehalten worden, ganz zweckmäfsig. (Das Feuer soll die Feuchtigkeit möglichst ausscheiden).

Schon Wilke brachte (1762) zwei Flächen, eine nichtleitende und eine leitende ins Verhältnifs, und bahnte die Entdeckung des Elektrophors an. Eine unrichtige Behauptung des Beccaria von einer „sich selbst wieder herstellenden Elektricität," die er beim Experiment wahrzunehmen meinte, führte endlich die Entdeckung und Benennung des Elektrophors, welche „Volta" (1775) machte, herbei.

Man verfertigt Elektrophore von ein, zwei, 2 1/2 Fufs im Durchmesser; noch gröfsere sind nicht bequem zu handthieren.

Glasscheiben mit Stanniol gerieben und mit zweien leitenden Flächen versehen, geben auch Elektrophore, aber nur von schwacher Wirkung. Die im Glase durch Stanniol erregte Elektricität ist = + E.

Die Harzkuchen werden durch Katzenfelle gerieben oder Fuchsruthen gestrichen, im Verhältnifs der Gröfse ihrer Flächen sehr stark = — E elektrisirt. Reibt man die Harzfläche mit Stanniol, so nimmt sie den Pluszustand an, aber nur schwach.

Wird der aufgesetzte Deckel hohl, gleich einer Trommel gemacht: so thut derselbe die nämliche Wirkung als ein massiver Metalldeckel. Nämlich auch hier spricht sich die Elektricität als eine „Flächenkraft" aus.

177.

Versuche mit dem Harzelektrophor. Dieselben lassen sich auf drei Hauptversuche bringen.

1. Man setzt auf den mit Katzenfell geriebenen Harzkuchen von 2 1/2 Fuſs Durchmesser = — E den Deckel, welcher etwa einen 3 Zoll kleinern Durchmesser hat und an seidenen Schnüren hängt, auf, und nimmt ihn unberührt wieder weg. — Der Deckel giebt keine Zeichen der Elektricität.

2. Der Deckel wird von Neuem aufgesetzt, hierauf mit dem Finger oder einem andern Leiter berührt, alsdann wieder aufgehoben. — Am Puncte, wo der Deckel berührt wird, erscheint ein Lichtfünkchen, und damit ist alle Elektricität erloschen. Dieselbe kommt aber = + E lebendigst hervor, nachdem der Deckel vom Harze aufgehoben worden. In groſsen Entfernungen werden kleine Körper vom Deckel angezogen und abgestossen; und wird er berührt, so erscheint unter Krachen ein elektrischer Funke.

3. Wird der Deckel wieder auf den Harzkuchen nieder gelassen, daſs die Hand den Daumen an den Rand des Tellers legt, und mit dem Zeigefinger den Deckel angreift: so erscheint am Berührungspuncte wieder ein Funke, aber mit noch hellerem Lichte und lauterem Krachen als vorher, und die Hand erleidet am Daumen und Zeigefinger eine ganz eigene schmerzende Erschütterung. Hierauf giebt der Deckel aufgehoben die stärksten Zeichen der Elektricität.

*) Nämlich senkt sich der Deckel in die negative Wirkungssphäre des Harzes ein, so wird seine Flächenkraft differenzirt, ihr + E tritt

an die untere Seite des Deckels, und ihr — E an die obere (169.). Wird der Deckel unberührt vom Harze aufgehoben (aus der negativen Wirkungssphäre herausgezogen) so suchen sich die Gegensätze + E und — E einander wieder, und verbinden sich wieder zur Indifferenz. Der Deckel erscheint daher ohne Zeichen der Elektricität. — Der von Neuem aufgesetzte Deckel wird in der negativen Wirkungssphäre des Harzes abermal an seiner untern Seite + E, und an seiner obern — E; berührt nun diese obere Seite der leidende Finger, so wird er in eine negative Wirkungssphäre eintretend + E. Indem hernach diese Gegensätze sich zur Indifferenz vereinigend, in die Luft, welche zwischen dem Finger und dem Deckel liegt, eingreifen, wird diese chemisch zersetzt, und aus ihr die Expansion, wodurch sie Luftform hat, unter Explosion in Gestalt eines leuchtenden Funkens frei gemacht. (Stellt sich der Experimentator auf eine Insel, so erweiset er sich am Elektrophantes in der That — E, und so bestätigt auch der Augenschein die gegebene Erklärung). Wird der Deckel nach der Berührung aufgehoben (aus der negativen Wirkungssphäre des Harzes herausgenommen, so theilt sich das + E der untern Seite auch der obern Fläche (durch Erregung) mit, und sonach wird der ganze Deckel an seinen beiden Flächen + E. Es giebt also Zeichen des Ziehens und Abstossens kleiner Körperchen, und aus dem vorigen Grunde auch einen Funken. — Stehen die zwei Seiten einer elektrisirten Fläche im Gegensatze: so ist endlich auch klar, daſs das Streben zur Vereiniguug dersel-

ben am stärksten, sonach die Rückkehr zweier Differenzen zur Indifferenz gewaltig sei, die dann die Hand, welche die Vereinigung durch ihre Finger vermittelt, mächtig erregt (schmerzlich erschüttert), und unter groſsem Geräusche einen glänzenden Funken erzeugt.

**) Nachdem der Deckel und der Teller (die beiden leitenden Flächen) des Elektrophors berührt worden: so ist kein Zeichen der Elektricität am Elektrophor wahrzunehmen; denn die obere und untere Scheibe sind im Indifferenzzustande. Wird der Deckel aber wieder aufgehoben: so wiederholt sich in ihm die Differenz, er erscheint abermal + E elektrisirt, u. s. f.

***) Daſs die obere Seite des elektrisirten Harzkuchen und die untere Gegensätze bilden, mithin da die obere mit Katzenfell gerieben — E ist, die untere sich im Zustande + E befinde, ist aus dem Vorigen (164 — 167.) klar. Daſs aber auch die leitenden Flächen (der Deckel und der Teller) an dieser Entgegensetzung Theil nehmen, dürfte noch dunkel scheinen. Ja, obwohl der Harzkuchen, welcher oben — E elektrisirt ist, unten (auf der entgegengesetzten Seite) den Pluszustand habe? mag noch von Manchen gefragt werden. Diese Anstände werden durch nachstehende Versuche gänzlich gehoben.

178.

Versuche. Man legt einen 1/2 Zoll hohen Streif aus Sturzblech und von 1 Fuſs Durchmesser auf einen glatten Schieferstein; den Stein belegt man vorher mit

einem Bogen feinen Papiers, das man mit Seife wohl bestrichen hat, und gieſst dann den Reif voll mit einem Harzgemische, das gerade noch flüssig ist. Zeigen sich, wenn das Harz erstarrt und das Papier von der untern Seite weggenommen ist, noch Rauheiten, so schmelzt man sie mit einem angenäherten glühenden Eisen eben. Man erhält so einen Elektrophor ohne Schüssel; denn unten und oben ist das Harz von aller Berührung frei. Man läſst aus gelbem Sturzblech zwei Scheiben fertigen, eine, welche die Gröſse des Harzkuchen hat, und eine, die von kleinerm Durchmesser und mit einem in der Mitte befestigten gläsernen Handgriff versehen ist.

1. Man reibt den Harzkuchen, indem er auf einem Tische aufliegt, mit Katzenfell, und verfährt wie vorhin (177. 1. 2. 3.): es ergeben sich dieselben Erfolge.

2. Jetzt wird der Harzkuchen umgewendet, und auf der andern nicht geriebenen Seite der Deckel aufgesetzt. Es kommen alle elektrische Erscheinungen hervor, wie auf der obern (geriebenen) Fläche, nur mit dem Unterschiede, daſs der aufgesetzte Deckel die Elektricität äuſsert, welche der des oben aufgesetzten Deckels ganz entgegengesetzt ist: der Deckel, welcher vorhin + E zeigte, weiset = — E.

*) Der Harzkuchen, welcher durch Reiben an eine Fläche = — E elektrisirt worden, erhält also auf der andern, entgegengesetzten Fläche + E. In wie fern der Deckel und der Teller an diesen zweierlei Elektricitäten Antheil nehmen, zeigen folgende Versuche.

179.

Man bringt den Teller auf ein cylindrisches 1 Fuſs hohes Glas; setzt den Harzkuchen darüber, und stellt den Korkelektrophantes = — E in die Nähe des Tellers. Der Teller mit der positiven (untern) Seite des Harzes in Berührung, ist dem Vorigen zufolge = — E, während seine andere Fläche schon berührt, sich in dem Indifferenzzustand befindet. Nun setzt man

1. den Deckel auf den Harzkuchen. Schon bei der Annäherung des Deckels zur Harzfläche neigt sich der Kork zum Teller, und deutet daher an, der Teller sei + E geworden; noch stärker wird die Neigung des Korks, nachdem der Deckel mit dem Harze in voller Berührung ist.

2. Es wird der Deckel mit dem Finger berührt, und dadurch die obere Seite desselben = — E zur Indifferenz gebracht (177.); aber im Augenblicke der Berührung erhält der Teller die Elektricität + E im höchsten Grade.

3. Nun rührt man den Teller auch mit dem Finger an: es erscheint ein Fünkchen, und der Teller kommt in den Zustand E. Der Kork hängt jetzt senkrecht, und nirgends zeigt sich am Elektrophor ein Zeichen der Elektricität.

4. Wird jetzt der Deckel mittelst des gläsernen Handgriffes aufgehoben; so entsteht aus der Indifferenz wieder das elektrische Leben. Der Deckel und der Teller geben Zeichen der Elektricität nur mit dem Unterschiede,

daſs der Deckel positive,
der Teller negative Elektricität zeigt.

*) Der Teller ist (Versuch 1) im Indifferenzzustande, der Kork zeigt daher keine Aenderung. Wird der Deckel aufgesetzt oder der Harzfläche auch nur angenähert: so tritt er in die negative Wirkungssphäre ein: es entsteht also eine Wechselwirkung zwischen dem Deckel und dem Harze; und indem sich das Minus des Harzes zum Deckel wendet, wird sein Plus mehr frei, das sich dann am Teller offenbaret, und den Kork = — E anzieht. — Wird der Deckel an der obern Fläche = — E berührt (Vers. 2.), sonach (empirisch gesprochen) ein + E hinzugethan: so wendet das Harz auch mehr — E gegen den Deckel, und es wird im Teller noch mehr + E frei: daher der hohe elektrische Zustand = + E des Tellers nach der Berührung des Deckels. — Berührt man (Vers. 3.) den Teller, so verbindet sich sein + E mit dem leitenden Finger zur Indifferenz, und der Kork hört auf, sich gegen den Teller zu neigen. Wird jetzt (Vers. 4.) der Deckel aufgehoben, so theilt sich das + E seiner unteren Fläche dem ganzen Deckel mit. Dagegen elektrisirt das — E auf der Plusfläche des Harzes den ganzen Teller, — = und so mufs sich der Deckel = Plus und der Teller = Minus äufsern.

**) Es nehmen also Deckel und Teller an den entgegengesetzt elektrischen Zuständen der Harzflächen Antheil. Der Deckel wird auf der obern Seite des Harzes = — E allemal durch Berührung + E, und der Teller die untere Harzfläche = + E berührend, kommt in den Zustand = — E; mithin haben Veränderungen,

die auf einer Seite vorgehen, allemal Veränderungen auf der andern zur Folge." Zugleich giebt sich auch hier die Wahrheit zur Anschauung: „die Elektricität sei ein lauteres dynamisches Kräftespiel, bestehend in der Differenzirung der Kräfte - Indifferenz und in der Rückkehr der Differenzen in dieselbe Indifferenz." Woraus dann verständlich wird:

warum dieser Flächenapparat anhaltend seine elektrischen Wirkungen hervorbringe, ein „beständiger Elektricitätträger" sei;

denn jede dynamische Wirkung ist durchweg Wechselwirkung; gleichwie der Harzkuchen = — E den Deckel erregt, und in + E und — E differenzirt: so wirkt dessen + E wieder erregend aufs Harz ein.

***) Die elektrophorischen Erscheinungen lehren (was höchst merkwürdig ist), dafs gleichwie die Elektricität (= Flächenkraft) durch Verstärkung in den „Elektro-Chemismus" (= cubische Kraft) übergeht, so „der Elektro-Chemismus durch Schwächung zur „Flächenkraft" (Elektricität) zurückkehrt."

****) Noch ist einer besondern Beachtung werth: dafs der auf einer Fläche = — E aufgesetzte Teller (unten) + E, seine Elektricität dem Harze nicht mittheilt, und sein — E nicht zur Indifferenz bringt. Zum Theile wird dieses daraus verständlich, dafs die Nichtleiter sich ungerne elektrisiren lassen (153. 2.); aber sicherlich hat auch „die zwischen innen liegende Luft," welche ein Nichtleiter ist, daran Antheil.

180.

Der Elektrophor ohne Schüssel ist also eigentlich „ein Doppelelektrophor“ nicht in der Bedeutung des Lichtenbergischen Elektrophors, wobei zwei Harzkuchen nebeneinander stehen, deren einer durch den andern elektrisirt wird, und einer — E der andern + E zeiget, sondern von solcher Vorrichtung ist,

> dafs ein und derselbe Harzkuche an seinen zweien von einander abgewandten Flächen, die zwei entgegengesetzten Elektricitäten in sehr hohen Graden weiset, wenn blofs eine Fläche gerieben wird.

Der Doppelelektrophor zeigt auch einen Reichthum der herrlichsten elektrischen Erscheinungen, und was mit Auszeichnung bemerkt werden mufs:

> eine elektrische Fläche erregt in der Angränzung (Umgebung) Elektricität und bringt in derselben einen Zustand hervor, der dem ihrigen entgegengesetzt ist.

Weil es nun nirgends in der Natur Eine Polarität giebt: so ist jeder elektrisirte Körper durchgängig auf der positiven Seite (= + E), von einer negativen Angränzung (= — E); und auf der negativen Seite (= — E) von einer positiven Angränzung (= + E) begleitet; und da sind die Phänomene des Elektrophors nicht nur aus den differenten Glasflächen, deren eine + E, die andere — E ist,

> sondern auch von der Beschaffenheit der Angränzung, von ihrer leichtern oder schwe-

rern Erregbarkeit abhängig, und in dieser Beziehung verständlich zu machen.

Nachstehende Versuche stellen dieses Alles nur noch mehr vor Augen.

181.

Man isolirt den mit Katzenfell geriebenen Doppelelektrophor (179.), daſs der Harzkuche überall nur mit Luft umgeben ist; setzt dann den Deckel auf die geriebene Fläche, berührt ihn, und nimmt ihn wieder ab. Der Deckel giebt nicht das geringste elektrische Fünkchen, nur am Elektrophantes spricht sich sein Zustand sehr schwach = + E aus.

2. Wird der Versuch auf der abgekehrten Fläche angestellt: so kommt wieder kein Funke zum Vorschein; bloſs am Elektrophantes zeigt der Deckel — E.

3. Legt man den Teller auf die Insel (auf das cylindrische Glas) und setzt darauf den Harzkuchen: so sind die Erfolge dieselben.

4. Läſst man hierauf den Elektrophor auf den Tisch nieder, und verfährt wie vorher: so stellen sich die elektrischen Erscheinungen wieder ein, und zwar sehr stark,

auf einer Seite (auf der geriebenen) = — E,
auf der anderen (abgewandten) Seite = + E.

*) Nämlich die Elektrisirung des Deckels ist durch die Elektrisirung des Tellers, und diese durch das angränzende Medium, und dessen Leitungsfähigkeit bedingt (Vorherg.). Da nun die nichtleitende Luft, welche den Teller umgiebt, der Erregung und ihrem Fortschreiten sehr grosses Hinderniſs entgegensetzt: so ist die Diffe-

renzirung des Tellers, und defshalb auch die des Deckels nur im geringen Grade möglich: es wird daher der aufgesetzte Deckel auf dem isolirten Harzkuchen nur gering differenzirt; derselbe äussert dann auch nur schwache Elektricität. — Hingegen ist ein Tisch leitend (zumal wenn noch der metallene Teller dem Harzkuchen unterlegt ist); nimmt dann an den Aenderungen des Deckels Theil, und wird entgegengesetzt elektrisirt. Setzt man nämlich den Deckel auf die negative Harzfläche auf, so wendet sich sein Plus gegen die Minusfläche des Harzes und wird dann oben = + E; der Teller kehrt sein Minus zur Plusfläche des Harzes und wird unten — E. Diese zwei Differenzen der Oberseite des Deckels (= + E), und der Unterseite des Tellers (= — E) streben nach der Indifferenz (= E). Kommt nun der Teller mit dem Deckel durch einen Leiter in Berührung:

so schlägt die Elektricität in den Elektro-Chemismus um, und die Differenzen verbinden sich mit Blitzschnelligkeit zur Indifferenz.

**) Wird anstatt eines Leiters bei der Berührung des Tellers und Deckels die Hand gebraucht: so wiederholt sich das Phänomen des gemeinen Harzelektrophors (177. 3). Die Hand wird schmerzlich erschüttert; wir haben da das von jeher angestaunte Phänomen des elektrischen Schlages im Kleinen, und verstehen es

aus der gewaltigen Erregung der Hand- und Finger-Muskeln durch

den Uebergang zweier elektrischen Differenzen in die Indifferenz.

182.

Richtung und Weg der erregenden Potenz bei chemisch-elektrischen Versuchen. 1. Man setzt den frisch geriebenen Harzkuchen samt dem Teller auf die Insel. Ist am Teller ein Drath angemacht, und man faſst ihn mit voller Hand, während daſs mit demselben Drath der Deckel berührt wird: so entsteht der elektrische Schlag, ohne daſs die Hand die geringste Empfindung hat.

2. Wird an dem Teller ein Kettchen und eine gleich lange feuchte Schnur befestigt, und mit beiden zugleich der Deckel berührt: so werden an den Ringen hier und da Fünkchen sichtbar.

3. Hängt man ein langes und ein kurzes Kettchen von demselben Stück an den Teller, und berührt dann mit ihren beiden Enden den Deckel: so erscheinen nur am kürzern Kettchen Fünkchen.

4. Greift man mit einer Hand an den Teller und mit der andern an den Deckel: so erfolgt die Erschütterung in beiden Händen, aber etwas schwach.

*) Nämlich die chemische Elektricität (der Elektro-Chemismus) nimmt als erregende Potenz dorthin ihre Richtung, wo sie geringern Widerstand findet (1.); geht daher den bessern Leiter nach (2.) und nimmt den kürzesten Weg, wenn sonst alles gleich ist (3.). Da der menschliche Körper nicht zu den besten Leitern gehört: so findet die Elektricität mehr Hemmung, wenn sie auf beide Arme und Hände, als wenn sie nur auf eine Hand erregend einwirkt (4.).

183.

Schon oben wurde erwähnt (158.), dafs die Plus- und die Minus-Elektricität, wenn sie in den chemischen Procefs übergeht, jede sich auf eigene Weise gestaltet. Folgende Versuche machen dieses anschaulich.

1. Man befestigt mit Klebwachs einen metallenen Stift, der spitzig ausgeht, auf den Elektrophor-Deckel, und setzt ihn auf die Minusfläche des Harzkuchens. Nachdem der Deckel berührt und aufgehoben worden: so stralet die Spitze ein divergirendes Licht gegen den angenäherten Finger aus.

2. Wendet man jetzt den Kuchen um, und verfährt wie vorher, auf der Plusfläche des Harzes: so zeigt die Spitze ein knotigtes (contrachirtes) Fünkchen.

3. Werden ähnliche Versuche mit einem gewöhnlichen Elektrophor angestellt, und, nachdem sowohl an dem Rande der Schüssel als auf dem Deckel eine metallene Spitze angebracht ist, das ganze Geräth auf eine Insel gestellt: so erscheint nach aufgehobenem Deckel an seiner Spitze ein stralendes (büschelartiges), an der Spitze des Tellers aber ein knotigtes, zusammengezogenes Fünkchen.

*) Die Spitzen sind bei elektrischen Erscheinungen besonders bedeutend. Dieselben leiten einen ganz eigenen, neuen Procefs, den chemisch elektrischen ein. Die Spitze der positiv elektrischen Fläche berührt nämlich die Umgebung, die Luft, nur in einem Puncte. Die Elektricität hat daher in der umgebenden negativen Luft nur Puncte zu erregen, wo dann sie ihre Kraft auf Puncte concentrirend

in den Elektro-Chemismus umschlägt, der nach allen Seiten hin seinen Gegensatz suchend räumlich zu wirken anfängt, und sonach sich im stralenden Lichte ausbreitet. — Im andern Falle wirkt die Umgebung, die Luft, als räumlicher Gegensatz = + E auf die Nadelspitze, beschränkt daher seine Expansion auf einen Punct, und giebt dann die Erscheinung eines contrachirten Lichtes.

184.

Man wendet noch anderweitig verschiedene nichtleitende Flächen zu Elektrophoren an, namentlich Glastafeln, getrocknete und ausgespannte Leinwand, seidene Zeuge, ein Katzenfell, Leder, u. a.

Besonders wurde das Vertrauen auf Glasflächen gesetzt, dafs sie mit metallenen Stoffen gerieben, sehr wirksame Elektrophore geben werden. Allein die Erfolge entsprachen nirgends der Erwartung. Es ist auch anerkannt,

> dafs eine Scheibe aus feinstem Spiegelglas und von grofsem Umfange gerieben mit Stanniol oder Amalgama (Zinn durch Quecksilber aufgelöst, und mit etwas Bleiweifs in einer Reibschale zum grauen Pulver gerieben und mit Schweinfett zur Salbe gemacht) nur sehr schwach die elektrophorischen Erscheinungen hervorbringe.

Man hat daher die Versuche mit „Elektrophoren aus Glas" soviel wie aufgegeben, und die Entdeckung des Glaselektrophors von grofser Wirkung, der Zukunft überlassen.

185.

Ganz besondere Aufmerksamkeit verdient der Elektrophor aus Leinwand (geglätteter, Glanzleinwand), die man auf eine Rahme von 2 1/2 Fuſs Länge und 1 1/2 Fuſs Breite ausspannt (annagelt), und nach ihrer Austrocknung mit Katzenhaaren reibt. Die Leinwand bringt die elektrophorischen Wirkungen, obwohl nicht sehr andauernd, im höchsten Grade hervor

wenn die Leinwand in freier Luft schwebend gerieben,

oder nach der Reibung auf einem Tische liegend, in die Luft aufgehoben wird.

Nicht nur die Erscheinungen vom Anziehen und Abstossen in sehr weiten Entfernungen, bringt dieser Elektrophor zum Vorschein, sondern auch die Funkenerscheinungen, und zwar nicht allein bei Aufsetzung eines Deckels,

sondern der Elektrophor selbst, wenn er nach einer Reibung vom Tische genommen wird, zeigt stralende elektrische Funken, und zwar von ungewöhnlicher Gröſse, bis auf einen Fuſs Länge.

So lange die Leinwand auf dem Tische aufliegend mit Katzenbalg gerieben wird, erscheint durchaus kein Zeichen der Elektricität; ein aufgesetzter und berührter Deckel zeigt weder Spuren des Anziehens noch irgend ein Fünkchen; aber im Augenblicke ihrer Absonderung vom Tische erscheint das elektrische Leben in vollster Stärke.

Da nun dieser Elektrophor aufliegend auf einem Tische durchaus ohne elektrische Wirkung ist; dieselbe aber vom Tische abgesondert, und in freier Luft

schwebend dieselben in einem ungewöhnlich hohen Grade weiset, gab ich ihm den Namen „Luftelektrophor." Ob nun gleich einige Physiker diese Benennung uneigentlich nannten, so haben sie das auffallende Phänomen nicht einmal zu würdigen gewufst. Der Luftelektrophor ist auch belehrender als man gewöhnlich ahnet (Abh. vom dynamischen Leben der Elektricität im Doppelelektrophor etc.).

*) Die Erscheinungen des Luftelektrophors hängen mit den Gesetzen des Harzelektrophors genau zusammen, und bestätigen sehr merkwürdig die dynamische Ansicht der Elektricität. Betrachtet man die Leinwand als einen Körper, welcher der Fläche viel näher kommt, als ein Harzkuche, und nimmt den Tisch (die unterlegte leitende Fläche) für den Teller an: so zeigt sich, der äusseren Form nach, ein Unterschied zwischen einem gemeinen Harzelektrophor und dem Luftelektrophor darin,

dafs hier der Elektrophor aufgehoben, und vom Teller abgesondert wird.

Gleichwie also ein Harzelektrophor sich im Indifferenzzustande befindet, so lange Deckel und Teller die Harzfläche berühren: so mufs sich auch die Leinwand auf dem Tische aufliegend im Indifferenzzustande befinden; getrennt vom Tische seine Differenz = — E in einem um so höhern Grade zeigen, als dünner die Leinwandfläche in Vergleich mit einem Harzkuchen ist. Die obere Seite der Fläche wird durch die Berührung des Reibzeuges indifferent, und da kann denn ein aufgesetzter Deckel nie Zeichen der Elektricität weisen.

186.

Vor 5 Jahren entdeckte ich die Weise Glasflächen sehr stark zu elektrisiren, und sonach sie zu Elektrophoren brauchbar zu machen (134.). Aber dadurch war auch der „Doppelelektrophor aus Glas" entdeckt (M. Abh. „Vom dynam. Leben der Natur überhaupt und vom elekt. Leben insbesondere" etc. Landshut 1816.).

Der Doppelelektrophor aus Glas gehört unstreitig zu jenen elektrischen Apparaten, die vorzüglich instructiv sind; die Erscheinungen, die er zeigt, nehmen sich noch an Schönheit aus, und wir sehen durch dieselben von Neuem mit Augen:

> die Elektricität und ihre Wirkungen seien nichts anderes, als ein Spiel der dynamischen Flächenkraft in der materiellen Natur.

187.

Ich beschreibe kurz die Vorrichtung des Doppelelektrophors aus Glas, und erzähle nur einige mit demselben angestellte Versuche. Man läſst sich einen eigenen, runden Tisch fertigen, der 2 1/2 Fuſs im Durchmesser hat; läſst seine Fläche mit Stanniol oder Silberpapier überziehen, und legt eine anderthalb Linien dicke Glasscheibe von 2 Fuſs Durchmesser darauf. Ueber das Glas bringt man eine leitende Scheibe, die einen kleinern Durchmesser als das Glas hat, und verbindet sie durch einen Drath mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine.

188.

Wird nun die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt: so erhält die Glasscheibe nach etlichen Umdrehungen des Glascylinders eine starke elektrische Ladung

auf der obern Seite = + E,
auf der untern Seite = — E.

Setzt man nämlich nach abgenommener Scheibe den Elektrophordeckel auf die obere Seite des Glases, und verfährt wie bei einem gewöhnlichen Elektrophor (177.): so wird der berührte und aufgehobene Deckel auf den Elektrophantes = — E stossend, und schlägt cylindrische sonnenhelle Funken. Hingegen äussert sich der Deckel auf der andern Seite aufgesetzt, berührt und aufgehoben an demselben Elektrophantes anziehend, und schlägt gegen einen Leiter Funken, die zickzack gehen und farbig sind.

*) Die Funken sind auf beiden Seiten der Glasfläche rasch, schnalzend und bei voller Wirkung 1 — 2 Zoll lang. Ueberhaupt steht der Doppelelektrophor aus Glas einem gewöhnlichen Elektrophor von demselben Umfange weder an Stärke der Wirkung noch an der Dauer derselben nach, und hat dann noch darin etwas voraus, daſs er die beiden Elektricitäten zeigt, je nachdem der Deckel auf der obern oder untern Fläche aufgesetzt wird.

**) Eine Glasscheibe, die 12 — 15 Zoll im Durchmesser hat, bringt die elektrophorischen Erscheinungen, zwar immer im geringern Grade, aber dennoch sehr entscheidend hervor.

189.

Setzt man auf einen Harzkuchen ohne Schüssel einen metallenen Deckel, verbindet diesen mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine, und macht einige Umdrehungen: so wird die Oberfläche des Harzes, welche vom Deckel berührt worden + E, die abgekehrte Seite aber — E elektrisirt.

Werden die Versuche so angestellt, daſs man die Deckel

jetzt der Glasscheibe,
dann der Harzfläche

mit dem Reibzeuge einer wirksamen Elektrisirmaschine verbindet, und man verfährt wie vorhin: so erhält die obere Seite des Glases und des Harzes die Elektricität = — E und die untere die = + E.

*) Es liegt also vor Augen, daſs, wenn eine Fläche auch durch Mittheilung elektrisirt wird, eine Seite immer der andern entgegengesetzt ist, oder: alle Erscheinungen der Elektrophore,

sie werden durch Reibung
oder Mittheilung elektrisirt,

sind durch die zwei einander dynamisch entgegengesetzten Seiten bedingt.

**) Nun ist aber auch klar einzusehen: warum

„nur Nichtleiter"
keineswegs Leiter

zu Elektrophoren taugen; denn nur die Nichtleiter können die dynamischen Gegensätze in sich tragen (an ihre Flächen-Ge-

gensätze weisen). Die Elektricitäts-Leiter sind immer an ihrer ganzen Oberfläche (auf einer wie auf der andern Seite), wenn sie durch Reibung oder Mittheilung elektrisirt werden, entweder = + E, oder = — E, und haben dann ihren Gegensatz nicht in sich, sondern ausser sich, in der Umgebung (180.).

190.

Den vorhergehenden Versuchen zufolge können Glas- und Harzflächen schnell und stark „durch Mittheilung" elektrisirt werden. Da doch früher gelehrt worden, daſs Glas und Harz als Nichtleiter nur einer schwachen und langsamen Mittheilung der Elektricität fähig seien (153. 2.): es scheint hier die Erfahrung mit ihr selbst im Widerspruch zu kommen! — Allein dieser Schein verschwindet, wenn man die Art der Mittheilung bei Glas- und Harzflächen in Anschlag bringt. Liegt auf einer Glas- oder Harzfläche ein metallener Deckel, so kommen unzählige Puncte zwischen ihnen in Berührung, und da machen dann die Glas- (oder Harz-) Fläche, der aufgelegte Deckel und der Conductor der Elektrisirmaschine Ein Stück aus, welches dann an der Mittheilung (Erregung) mittelst des Glases, welches durch die Maschine an Metall (Amalgama) gerieben wird, gleichen Antheil nimmt,

zumal im Augenblicke der Differenzirung der nichtleitenden Fläche auf einer Seite,
auch die andere Seite differenzirt,

demnach die Elektrisirung durch Mittheilung auf einer Seite, durch die Veränderung auf der andern bedingt wird (179. **).

191.

Aus den Erscheinungen, welche wir bisher als elektrophorische Erscheinungen aufgeführt haben, geht das bisher wenig erkannte „Wesen des Elektrophors“ besonders entscheidend hervor: dasselbe besteht in der „Dupplicität der Flächenpolaritäten nichtleitender Scheiben;“ denn alle elektrophorische Phänomene, von denen wir die vorzüglichsten beschreiben, sind dadurch bedingt,

dafs eine Seite einer nichtleitenden Scheibe den Plus-
die andere den Minus-Charakter äufsert.

Es giebt daher nur Einen Elektrophor; der Name Doppelelektrophor gilt nur sofern, als in einer eigenen Vorrichtung die Dupplicität der Flächenpolarität Einer Scheibe nachgewiesen wird. Und da diese Nachweisung sowohl in einer Harzfläche als in einer Glasscheibe geschehen kann: so erfreut sich das physikalische Kabinet immer mehrerer elektrophorischer Apparate,

des gemeinen (Volta'schen) Elektrophors, der Luftelektrophore etc.
und dann der Doppelelektrophore aus Harz und Glas.

192.

Besteht, wie es erhellet, das Wesen des Elektrophors darin, dafs eine Seite einer nichtleitenden Fläche + E, die andere — E elektrisirt ist, und ist das Wesen der Elektricität eine Kraft, die differenzirt, immer sich in einer Fläche kund giebt,

welche auf einer Seite + E und auf der andern — E weiset; so wird klar:

der Elektrophor sei von höchst wissenschaftlicher Bedeutung;
denn wir haben in den Erscheinungen desselben das Wesen der Elektricität in ihrer ewigen Form aufs herrlichste vor Augen.

193.

Volta erfand (nach den Vorarbeiten des Aepinus) noch einen anderen elektrischen Apparat, den er „Condensator" nannte. Er meinte Erscheinungen entdeckt zu haben, die sich unter die bekannten Gesetze nicht stellen lassen; er bezeichnete sie daher mit einem eigenen Namen, und nannte sie condensatorische Phänomene.

Ausserdem, dass Condensator (wie Spannung) ganz mechanisch klinget, so sind, wie wir zeigen werden, die Erscheinungen des Condensators rein elektrophorisch.

Indess mögen ausgezeichnete Phänomene des Elektrophors, die eine besondere Vorrichtung fordern, immer mit einem eigenen Namen bezeichnet, hier condensatorisch benennt werden: nur hat man mehr auf die Bedeutung als auf den Ausdruck zu achten.

Der Condensator des Volta besteht aus zwei Theilen, aus einer halbleitenden und einer ganz leitenden Fläche. Ein mit Wachsleinwand überzogener Tisch und ein gewöhnlicher Elektrophordeckel dienen die condensatorische Erscheinungen hervorzubringen.

194.

Versuche mit dem Condensator. 1. Es wird die leitende Fläche (eine Scheibe von Sturzblech 29 Zoll im Durchmesser) mit einem Metallblättchen, das durch ein Siegellackstängchen isolirt ist, in freier Luft durch Mittheilung elektrisirt. Die leitende Fläche erhält so schwache Elektricität, dafs sie am Elektrophantes mit Goldblättchen kaum wahrnehmbar ist.

2. Nun hält man die leitende Fläche über den mit Wachstuch überzogenen Tisch in einem Abstand eines Zolles, und elektrisirt ihn mit derselben Elektricität wie vorhin. Die leitende Fläche zeigt jetzt die mitgetheilte Elektricität viel stärker, als im vorigen Versuche.

3. Wird die leitende Fläche etwas stark elektrisirt, während sie frei in der Luft schwebt, und hernach mit dem Finger berührt: so ist im Augenblicke aller elektrische Zustand dahin.

4. Bringt man die leitende Fläche dem Tische sehr nahe, und elektrisirt sie: so nimmt sie nicht nur die Elektricität im höhern Grade an, sondern giebt zwei und mehrmalen berührt, noch Zeichen der Elektricität, wenn er in die Höhe gehoben wird.

*) Eine leitende Fläche läfst sich also einem Halbleiter (dem Tische) angenähert, stärker elektrisiren, als im Freien, und behält in einer solchen Annäherung die Elektricität länger, als im Freien. Volta drückt dieses zweifache Phänomen so aus: „der Condensator ist der Elektricität capacer und tenacer."

195.

Diesen Versuchen stehen nun andere mit dem Harzelektrophor zur Seite. 1. Man nähert den gewöhnlichen Elektrophordeckel einem geriebenen Harzkuchen, und berührt ihn in einer Entfernung von ungefähr 3 Zoll, der Deckel zeigt ein elektrisches Fünkchen. Alsdann aufgehoben, zieht und stöſst er leichte Körperchen, und giebt wieder ein Fünkchen.

2. Wird der Versuch wiederholt, aber so, daſs der Deckel immer mehr der Harzfläche angenähert wird: so erfolgen die vorigen Erscheinungen, aber immer stärker, bis bei gänzlicher Berührung des Harzes der Deckel die gröſsten Funken erzeugt.

3. Hebt man den berührten Deckel vom Harzkuchen nur wenig in die Höhe, so giebt er berührt nur ein schwaches Fünkchen. Wird der Deckel wieder niedergesetzt und nach der Berührung etwas mehr als vorhin gehoben: so kommt ein gröſserer Funke zum Vorschein.

4. Setzt man den Deckel von Neuem auf den Elektrophor, und hebt ihn dann wieder nur wenig in die Höhe: so erscheint bei seiner Berührung wie ehevor bloſs ein schwaches Fünkchen; wird der Deckel nun wieder gehoben (ohne frisches Aufsetzen auf das Harz), so zeigt sich abermal ein Fünkchen, und so wiederholt sich das Fünkchen noch mehrmalen mit allmäliger gröſsern Entfernung.

*) Es ist also auch der Elektrophordeckel in der Nähe der Elektrophorfläche der Elektricität capacer und tenacer, und man sieht hieraus klar, daſs die Erscheinungen des Condensators keine andere als elektrophori-

sche Erscheinungen seien. — Nämlich im Augenblicke, wo der leitende Deckel des Condensators in der Nähe des Tisches (oder sonst einer halbleitenden Fläche) z. B. + E empfängt, tritt der Tisch in die positive Wirkungssphäre ein, und nimmt dann den Zustand = — E an. Das + E des Deckels neigt sich zu diesem Minus; da wird dann sein eigenes Minus frei, das heiſst: der Deckel wird der Elektricität capacer. — Wird der Deckel, während er einer Tischfläche nahe ist, berührt, so beharrt das + E an der untersten Schichte des Deckels noch immer im Streben sich mit — E des Tisches zu vereinen: wodurch dann geschieht, daſs nach der Berührung ein Plus zurückbleibt, und der entfernte Deckel die Wirkungen der positiven Elektricität wiederholt äuſsert, das heiſst: der Condensator ist der Elektricität tenacer. — Dieselbe Erklärung haben die Versuche mit dem Elektrophor. In diesem Falle ist die nichtleitende Fläche elektrisirt, und da tritt der Deckel in die Wirkungssphäre derselben, nimmt daher einen dem Elektrophor entgegengesetzten elektrischen Zustand an, wo dann alles so erfolgen muſs, wie wir eben sagten.

**) Man hat vom Condensator Anwendung gemacht auf Verstärkung (oder Wahrnehmbarmachung) einer höchst schwachen Elektricität, daher man den Condensator auch Mikroelektrometer nannte. Das Verfahren besteht darin: Man giebt dem Condensator die Einrichtung wie Fig. 23. Taf. II. Dieselbe besteht aus zwei Platten (z. B. von 5 — 6 Zoll Durchm.). Die Platte

bb ist an eine messingene Kugel angeschroben, und von einem Glasstabe c d getragen, dessen unteres Ende in einem Falz d befestigt ist. Die andere Platte aa wird von einem Messingstäbchen e f getragen, das oben bei e mit einer Kugel versehen ist. Das Ganze ef mit aa steht auf einem Schieber, um die Platte aa der von b b beliebig anzunähern. In der Kugel m ist eine Mutterschraube, in welche sich Stängchen, die spitzig in die Luft greifen, oder Gefäſschen zu Aufbrausungen, Ausdünstung u. d. gl. einschrauben lassen. — In der Nähe steht ein Goldblatt-Elektrophantes in Verbindung mit der Platte b b. — Bei den Versuchen werden die Platten parallel gestellt, und dann wird der Kugel m die schwache Elektricität mitgetheilt, die sich dann verstärkt ausspricht. U. s. w.

***) Eine der auffallendsten Anwendungen der Condensatoren ist die Vervielfältigung der einander dynamisch entgegengesetzten Flächen, welche über einander geschichtet eine Säule bilden. Zamboni hat anfangs dünne Lagen Zinn und Braunsteinoxyd durch trocknes Papier getrennt zu hunderten über einander gelegt, und zwei Säulen construirt, zwischen welchen ein aufgehängtes Pendel oscillirte, und ein Perpetuum mobile darstellte. Ramis in München und Buzengeiger in Tübingen haben nachher diese Pendelbewegung glücklich auf eine Uhr angewandt. — Leibmedicus Jäger hat die Zambonische Säule mannigfaltigst abgeändert, und ihr auch die rechte Deutung gegeben, sie für ein „System

von Condensatoren" erklärend. Säulen dieser Art heifsen im Gegensatze mit Volta's Säule „trockene Säulen." Zwar hat man auch aus den trockenen Säulen bereits Funken gelockt, allein schon die gemeinen Condensatoren, die einfachen, geben nebst den Zeichen des Anziehens und Abstossens Funkenerscheinungen (vorherg.), dafs also auch hier bei hohem Grade der Elektrisirung die Flächenkraft in eine cubische übergeht. — Da die Luft bei Flächen, die über einander liegen, nicht unwirksam ist (179. ***); die Luft aber bei genauester Berührung der Flächen immer zwischen innen liegt, und nicht einmal mittelst der Luftpumpe gänzlich weggeschafft werden kann: so darf wohl bei Beurtheilung der trockenen Säule „der Einflufs der Luft" noch mehr in Anschlag kommen, als es bisher geschehen ist.

196.

Die Experimente des Condensators lassen sich in einer eigenen Herrlichkeit darstellen mit einer Glasplatte, die gehörig behandelt wird. Ich gab ihr den Namen „Glascondensator" (Gilberts Annalen der Physik. 1802. St. 7. — Description d'un Condensateur de Verre, par M. Weber etc. im Journal de chemie et de Physique par van Mons. Tom. 3.). Hier nur einige Versuche.

1. Man legt eine reine Glasplatte von beiläufig 1 Fufs im Viereck auf einen Elektrophordeckel, setzt diesen auf den Harzkuchen, und elektrisirt ihn durch Berührung des Tellers und des Deckels zugleich. Hierauf hebt man den Deckel samt dem Glase vom Kuchen weg,

und streicht mit dem Rücken der Hand über die Glasfläche. Dieses Verfahren wird einige Male wiederholt, und hernach das Glas abgenommen. — Das Glas giebt Zeichen einer sehr starken Elektricität, und zwar an beiden Seiten desselben = — E.

2. Nach einigen Minuten äufsert das Glas, wenn es dem Elektrophantes angenähert wird, auf einer Seite + E, auf der andern — E.

*) Die Seite des Glases, welche während der Manipulation unmittelbar auf dem Deckel liegt (die untere) weiset die positive, hingegen die obere (die bestrichene) die negative Elektricität. Wir sehen hier nur die Wiederholung der Elektrisirung einer Glasfläche durch Mittheilung (188 etc.) in einer andern Form. Die obere Seite in Berührung mit dem Handrücken erregt diesen (giebt ihre Elektricität an diesen ab) und wird so negativ elektrisch. Ganz dem Gesetz zufolge: „Nichtleitende Flächen zeigen elektrisirt immer zwei Flächenpolaritäten" (190. 191.). Erscheint anfangs blofs die Elektricität = — E, so ist dieses nur ein Vorherrschen; denn sobald die erregte Elektricität an ihrer Stärke abnimmt, kommen sogleich die zwei Gegensätze auf der einen und der andern Seite zum Vorschein.

197.

Weitere Versuche. 1. Nachdem die Elektricität des Glases beinahe unmerklich geworden, legt man dasselbe mit einer Seite z. B. = + E auf den Tisch nieder, und streicht mit dem Rücken der Hand

über die obere Seite $= -$ E weg: es erscheint zwischen der Hand und dem Glase eine Menge kleiner Fünkchen. Wird dann das Glas vom Tische weggenommen, so entstehen vornehmlich an den Ecken unter Krachen helle Funken, und dasselbe zeigt hernach bei seiner Annäherung zum Elektrophantes auf beiden Seiten im hohen Grade die Elektricität $= +$ E.

2. Wird der Versuch wiederholt, aber so, dafs die anfängliche Minusseite auf den Tisch liegt, und die Plusseite mit dem Handrücken gestrichen wird: so weiset das aufgehobene Glas im höchsten Grade die Elektricität $= -$ E; grofse stralende Funken zeigen sich an den Ecken des Glases, und in grofsen Entfernungen bringt es die Zeichen des Ziehens und Stossens hervor.

*) Im ersten Falle berührt nämlich die schwach elektrisirte Plusseite den Tisch: wo dann dieser in der Wirkungssphäre desselben den Zustand $= -$ E annimmt (170 etc.); da neigt sich dann das Plus zum Minus des Tisches: wodurch das Minus der andern (obern) Seite des Glases noch mehr hervor tritt, und dann durch Berührung der Hand Elektricität empfängt. Die aufgehobene Glastafel wirkt also jetzt verstärkt und zwar $= +$ E. — Im andern Falle berührt die Minusseite des Glases den Tisch, seine Fläche wird also $+$ E erregt; indem sich dann das Minus des Glases (durch Wechselwirkung) nur mehr zum $+$ E der Tischfläche wendet, wird das Plus auf der obern Glasseite nur mehr frei; und da sich dieses der Hand, welche darüber wegstreicht, mittheilt: so wird der Minuszustand des Glases nur noch erhöht, und zeigt dann erhoben verstärkte Elektricität.

**) Die elektrischen Erscheinungen des Glascondensators, welche die Kenner wie die Nichtkenner (Eingeweihte und Uneingeweihte) überraschen, kommen erst in vollem Glanze bei dem Doppelelektrophor aus Glas zum Vorschein (M. Abhandl. vom elektrischen Leben im Doppelelektrophor). Doch darauf sich berufen genüget hier.

***) Wir besitzen noch andere elektrische Apparate, welche Zusammensetzungen aus Elektrophoren und Condensatoren sind. Dahin gehören der Elektricitäts-Verdoppler des Bennet, Nicholson etc., der Collector der Elektricität des Cavallo, Bohnenberger etc., u. d. gl. Diese sind im Experimental-Collegium zu monseriren, und ihre Erscheinungen auf die nun bekannten Gesetze zurückzuführen.

198.

Endlich ist das Mittel die Elektricität im höchsten Grade zu erregen, sonach vorzugsweise chemisch-elektrische Wirkungen hervorzubringen „die Elektrisirmaschine," welche ist eine künstliche Vorrichtung, wobei

eine möglichst große Fläche, mit einer ihr möglichst entgegengesetzten, stark, anhaltend, leicht und sicher gerieben werden kann.

*) Glas und Metall stehen zu einander im höchsten Gegensatz (156. etc.). Man bedient sich daher bei Elektrisirmaschinen am schicklichsten

einer grofsen Glasfläche, die mittelst eines Rades in Bewegung gesetzt, und an einem mit Amalgama belegten Küssen, das federnd an das Glas drückt, gerieben wird. — Von der Form des Glases her nennt man die Elektrisirmaschinen Walzen-Scheiben-Kugel-Maschinen. Die gröfste Elektrisirmaschine, die je verfertigt worden, ist die Scheibenmaschine, welche Chutberson gebaut hat, und im Teylerschen Musäum zu Harlem steht. — In Hinsicht verschiedener Materien, die anstatt des Glases bei Elektrisirmaschinen schon versucht worden, werden sie genennt Harz-, Schwefel-, Leinwand-, Seiden-, Holz- (Haspel-) Maschinen.

**) An der Walze aus Glas, die mit Seidenzeug bedeckt wird, um die Zerstreuung der erregten Elektricität zu hindern, liegt ein metallener Streif an, der Conductor heifst; derselbe steht mit einem hohlen Cylinder, der überall wohl abgerundet und isolirt ist, in Verbindung; diesen Cylinder nennt man Conductor. Die Maschine ist so eingerichtet, dafs man auch das Reibzeug isoliren, und dasselbe bei gewissen Versuchen als Conductor (Nebenconductor) brauchen kann. — Das physikalische Kabinet macht hier Zeichnungen und weitere Beschreibungen und Erklärungen entbehrlich.

199.

Die Maschine giebt durch den Conductor die Zeichen des Anziehens und Abstossens im hohen Grade und in grofsen Entfernungen, alsdann auch Funkener-

scheinungen, die jene der Elektrophore an Energie und Gröſse weit übertreffen; aber die elektrische Erschütterung oder der elektrische Schlag (concussio electrica) kommt nur durch eine eigene Anrichtung zu Stand. Die Hauptsache dieser Anrichtung besteht in einem Glase, welches auf beiden Seiten mit Flächen aus Metall belegt ist, doch so, daſs diese sich einander nicht berühren, mithin die äussersten Enden des Glases auf 1 — 2 Zoll unbelegt bleiben. Diese Anrichtung wird die Verstärkung (armatura electrica) genennt.

*) Diesemnach theile ich die Versuche bei der Elektrisirmaschine in die mit dem Conductor und in die mit der Verstärkung.

200.

Versuche mit dem Conductor. Man läſst vom Reibzeuge ein Kettchen herabhängen, und dreht dann das Glas (die Walze) einige Male um.

1. Der Conductor ist $= + E$ elektrisirt; zieht ganze Baumwollflecken in groſsen Entfernungen an, und stöſst sie wieder ab.

2. Das Gesicht, welches sich dem Conductor nähert, hat die Empfindung, als berühre es ein Spinnengewebe.

3. Man verspürt einen Geruch eigener Art.

4. Wird ein metallener Knopf oder der Fingerknöchel angenähert, so entsteht ein hellglänzender Funke, schnalzt wie eine Peitsche, und reizt den Finger erschütternd.

5. Wird ein Funke auf die Zunge gelassen, so schmeckt er sauer.

*) Die Elektricität wirkt also hier rein und chemisch, und chemisch wirkend afficirt sie alle fünf Sinnorgane.

201.

1. Wird eine Person isolirt und mit dem Conductor in Verbindung gesetzt: so theilt sich ihr die Elektricität des Conductors mit, und wirkt dann auf die Umgebung wie der Conductor. Die Person empfindet auch nur dann ihren elektrischen Zustand, wenn sie von einem leitenden Körper berührt wird, denn der Funke, welcher da entsteht, afficirt nicht nur den angenäherten Leiter, sondern auch die Person erschütternd.

2. Setzt sich eine Person auf einer Insel stehend, mit dem Conductor, die andere gleichfalls isolirt, mit dem Reibzeug in Verbindung, so werden sie einander entgegengesetzt elektrisirt. Die mit dem Conductor verbundene Person zeigt + E; jene, die das Reibzeug berührt, — E.

3. Reichen sich diese beiden Personen die Hand: so kommt keine Elektricität zum Vorschein; strecken sie die Finger gegen einander aus, so entstehen zwischen denselben Funken, die beide empfinden.

4. Stehen zwei Personen, isolirt, entweder mit dem Reibzeug, oder mit dem Conductor in Verbindung: so zeigen sich bei wechselweiser Annäherung ihrer Finger keine Funken.

*) Die aufgezählten Erscheinungen haben mit den angegebenen Gesetzen vollkommenen Einklang. Die Glasfläche und die Amalgamafläche des Reib-

zeuges sind einander höchst entgegengesetzt: es wird daher durch ihre Berührung (starke und anhaltende Reibung) die Elektricität durch Wechselwirkung mächtig erregt. Durch Drehung der Kugel tritt die luftelektrophorische Wirksamkeit ein (185. *), und die im höchsten Grade erregte Elektricität theilt sich dem Conductor mit, daſs

er dann gröſsere Körper und zwar in weiten Abständen anzieht und abstöſst,
die Umgebung chemisch afficirt und in den Hautnerven die Empfindung eines Spinnengewebes hervorbringt,
die Luft zu zersetzen beginnend, daraus Geruchstheilchen eigener Art frei macht,
endlich Funken erzeugt, die Luft bewegt und mit Lichtschnelligkeit wirkend, einen angenäherten Finger erschüttert,
alsdann auf die Zunge fallend, den Speichel zersetzt, und das freigemachte Oxygen schmecken läſst.

Eine Person mit dem Conductor verbunden nimmt durch ihren leitenden Körper an seiner Elektricität Theil, ohne sie zu empfinden, so lange sie als Elektricität, als Flächenkraft wirkt; erst dann, wenn sie über die Fläche hinaus wirkt, und in den Elektro-Chemismus übergeht, wird sie ihren elektrischen Zustand durch Empfindung gewahr. — Da sich das Reibzeug und die Glasfläche einander wechselweise elektrisiren, und sich einander dynamisch entgegen gesetzt werden (159. etc.), mithin sich Reibzeug und Glasfläche wie — E : + E verhalten: so müssen zwei

Personen, deren eine mit dem Reibzeug, die andere mit dem Conductor in Verbindung steht, allerdings auch zu einander wie — E : + E im Verhältnifs stehen; und beide müssen sich einander berührend, Funken erzeugen, hernach verbunden, Hand in Hand, indifferenz = E bewirken, sonach alle elektrische Wirkung aufheben. — Haben zwei Personen entweder mit dem Reibzeug oder mit dem Conductor Gemeinschaft: so sind sie Theile eines Ganzen, mithin von demselben elektrischen Zustande, und können sonach bei ihrer Berührung keine Funken hervorrufen.

**) Die ausführlichere Erklärung der chemisch-elektrischen Erscheinungen wird in die Elektro-Chemie verwiesen.

202.

Stellt man dem Conductor, der in eine Kugel endet, ein Stativ mit einem metallenen Kügelchen, von dem ein Drath auf den Tisch herabhängt, (einen Funkenmesser) gegenüber, und giebt dem Kügelchen verschiedene Entfernungen, so zeigen sich nicht nur

in der Gröfse der Funken,

sondern auch in ihrer Gestalt, Farbe, Richtung etc.

grofse Verschiedenheiten. Thut die Maschine ihre gehörige Wirkung, so erscheinen nämlich

in einem Abstande eines Zolls unter schnalzendem Laute blendend weifse Funken,

die noch gröfser, krachender und glänzender werden, wenn man den Abstand vergröfsert — bis auf eine gewisse Gränze,

wo dann Glanz, Farbe, Richtung, Gestalt und der Laut der Funken Aenderung erleiden.

*) In einem Abstande von 2 Zoll geht der Funke gewöhnlich zickzack, und spielt ins Blaue und Violete. Wird der Abstand noch mehr vergröſsert, so theilen sich die Hauptäste des Zickzackfunkens in Nebenzweige, die mit violeter Farbe sich in der Luft ausbreiten. Ueberhaupt richtet sich die Farbenänderung nach Verdichtung des Lichtes; dasselbe ist desto weiſser je dichter es ist. Mit der Verdünnung geht es ins Blaue und sehr verdünnt ins Violete über. U. s. w. — Die Funkenerscheinungen sind ein reichhaltiger Gegenstand für die chemisch-elektrische Naturforschung.

**) Wird eine Glastafel bis auf einen Zoll mit Goldblättchen belegt, und dann das Belege mit einer Radirnadel weckenartig durchschnitten: so kommen unzählig viele Funken blitzartig zum Vorschein, wenn man ein Ende des Goldbeleges mit dem Funkenmesser in Verbindung setzt, und an das andere Ende einen Leiter nähert. Es theilt sich nämlich der Eine elektrische Funke, der am Funkenmesser entsteht, dem weckenartigen Goldblättchen mit, und zerfällt dann in so viele kleinere Funken, als Unterbrechungen im Goldbelege (als Wecken) sind, durch die er fortgeleitet, und dann in die Umgebung (in die Luft) chemisch einzuwirken genöthigt wird. — Wo nämlich die Elektricität, im hohen Grade erregt, in die Luft eingreiſt (wo sie in ihrer Fortleitung Unterbrechung findet) da wirkt sie chemisch, und bringt dann Funkenerscheinungen

hervor. — Wird der Versuch noch mit Glastafeln angestellt, die mit Silber und Stanniol belegt sind: so zeigt sich ein Unterschied von Farben in den Funken. An den Ecken des Goldes erscheinen die Funken violet, an denen des Silbers grün, an denen des Zinns gelblicht. Nämlich Gold brennt mit violeter, Silber mit grüner, Zinn mit gelblicher Flamme.

203.

Weitere Versuche. 1. Wird auf einen Conductor eine metallene Spitze gesteckt, oder nur in die Nähe des Conductors gebracht: so schlägt er keine Funken auf dem Funkenmesser, so lange und stark auch die Maschine in Bewegung gesetzt wird. Im Augenblicke aber, wo die Spitze entfernt wird, kommen die Funken wieder zum Vorschein.

2. Hängt man eine länglichte Baumwollflocke am elektrisirten Conductor herab, so streckt sich diese gegen die umgebende Luft aus. Nähert man ihr eine Metallspitze, so schrumpft sie zusammen, und zieht sich ganz an den Conductor zurück; streckt sich aber im Augenblicke wieder aus, wenn die Spitze entfernt wird.

*) Im ersten Versuche zeigt sich eine frühere Erscheinung (183.) nur noch auffallender. Im Dunkeln giebt nämlich die Spitze auf den Conductor gesetzt, ein stralendes, hingegen eine dem Conductor angenäherte Metallspitze ein knotiges Licht. Die Erscheinung ist daher der oben angeführten ähnlich, mithin auch elektrochemisch. „Es verliert sich auch wirklich im

Conductor alle Flächenkraft (die Phänomene des Anziehens und Abstossens)," weil sie in die cubische übergeht. — Nähert man einer + E elektrisirten Baumwollflocke eine metallene Spitze, so nimmt diese das + E in sich, mithin gelangt die Flocke mit dem Conductor in einen Gegensatz, und wird dann von ihm angezogen. Nach Entfernung der Spitze wird die Baumwollflocke mit dem Conductor gleichnamig elektrisirt, sonach von ihm abgestossen.

204.

Versuche mit der elektrischen Verstärkung. Man setzt das innere Belege der Verstärkung (199.), welche auf dem Tische steht, mit dem Conductor in Verbindung, und dreht einige Male die Glaswalze durch die Maschine. Hierauf legt man eine Hand an das äufsere Belege, und greift mit der andern Hand an den Conductor:

es erscheint ein starker, energischer, elektrischer Funke, und beide Arme und die Brust werden gewaltig erschüttert.

Dieses Phänomen ist „der elektrische Schlag im Grofsen," der durch Verbindung mehrerer Verstärkungsgläser (durch die elektrische Batterie) so gesteigert werden kann, dafs er Thiere tödtet, frische Pflanzen versengt, und Metalldräthe schmelzt, oxidirt und verbrennt, und anderweitige gewaltige Wirkungen hervorbringt. Versuche dieser Art, so wie ihre Deutung, gehören in die Elektro-Chemie.

**) Was hieher gehört, ist die Lehre von den Bedingungen des elektrischen Schlages. Ich behaupte: „die Verstärkung ist ein Doppelelektrophor aus Glas;“ und sonach sind die bewunderten Wirkungen der elektrischen Verstärkung durch die elektrophorischen Gesetze bedingt. Dieses ist nun in der Erfahrung nachzuweisen.

205.

Man verfertigt sich eine Verstärkung mit beweglichen Belegen. Nämlich man paſst einem cylindrischen Glase von 1 Fuſs Höhe und 5 Zoll Durchmesser ein becherartiges Belege an, das aus einer Pappe gemacht und mit Silberpapier überzogen, alsdann mit einem gläsernen Handgriff versehen ist; einen ähnlichen Becher fügt man an die äuſsere Fläche des Glascylinders. Hiermit ist ein Apparat in Bereitschaft mit einer nichtleitenden und zwei leitenden Flächen, welche beide beweglich sind, sonach volle Aehnlichkeit mit dem Doppelelektrophor aus Glas hat, und sich von diesem bloſs in der Form ausnimmt.

Die Versuche macht man so. Man isolirt die Verstärkung mit den beweglichen Belegen, und stellt dann zwischen der innern Seite und dem Conductor eine Verbindung her. Hierauf setzt man die Maschine in Bewegung.

1. Im Augenblicke zeigt sich nicht nur das innere, sondern auch das äussere Belege elektrisirt, und zwar gleichnamig = + E.

2. Wird das äussere Belege mit einem Leiter berührt, so erscheint ein Fünkchen, worauf sich dasselbe im Indifferenzzustande befindet.

3. Nimmt man das innere Belege heraus, so giebt es auch ein Fünkchen.

4. Untersucht man jetzt die beiden Glasseiten am Elektrophantes: so erweiset sich die innere = + E, hingegen die äussere = — E.

206.

Nun stellt man einen vergleichenden Versuch mit dem Doppelelektrophor aus Glas an. Der Teller wird mit der Glasscheibe auf eine Insel (auf einen Glascylinder) gebracht, und der Deckel mit dem Conductor in Verbindung gesetzt. Nach Umdrehung der Glaswalze wird der Deckel und der Teller elektrisirt gleichnamig = + E.

2. Berührt man den Teller, so giebt er ein Fünkchen.

3. Auch der abgenommene Deckel schlägt einen Funken.

4. Das Glas aber am Elektrophantes probirt, zeigt auf der Seite, wo der Deckel auflag + E, auf der andern Seite aber — E.

*) Weder in dieser noch in der vorigen Anrichtung erfolgt ein elektrischer Schlag, wenn gleich das äussere und innere Belege zugleich berührt wird.

207.

Nun trifft man die Abänderung, daſs die Verstärkung und der Doppelelektrophor aus Glas unisolirt auf dem Tische stehen, und wiederholt dann die Elektrisirung, wie vorhin, durch die Maschine.

1. Jetzt zeigt sich im äussern Belege der Armatur, und am Teller des Elektrophors kein Zeichen der Elektricität.

2. Wird aber das äussere und innere Belege der Armatur, alsdann der Teller und der Deckel des Elektrophors zugleich mit beiden Händen berührt: so erfolgt die Explosion unter einem die Arme und die Brust erschütternden Schlage.

*) Es sind also die Erscheinungen der Armatur lediglich elektrophorisch, und daher die Erfolge den Gesetzen des Elektrophors gemäſs. Wird nämlich die Armatur geladen, so hat die Veränderung auf der innern Seite die auf der äussern zur nothwendigen Folge (180.), oder nach empirischem Ausdrucke: „Wird die Elektricität im innern Belege und durch dieses an der innern Glasfläche angehäuft (= + E): so muſs sie von aussen in demselben Maſse abflieſsen (bei einer Isolirung also am äuſsern Belege + E zum Vorschein kommen). Und umgekehrt, wird dem innern Belege Elektricität entzogen (= — E gemacht), so muſs die Elektricität von Aussen in demselben Maſse zuflieſsen.“ Daraus ersieht man, daſs kein Schlag erfolge, wenn die Verstärkung oder der Glaselektrophor isolirt stehen, weil von der äussern Glasfläche durch das Belege die erregte Elektricität nicht abfliessen — sich also zwischen der äussern und innern Glasfläche kein hoher Gegensatz bilden kann. Sind aber die Armatur und der Doppelelektrophor aus Glas, auf einem Leiter gestellt, so kann von der äuſsern Fläche so viel Elektricität

abfliefsen, als an der innern sie angehäuft wird, wo dann grofse Differenzen entstehen, die den elektrischen Schlag bedingen (177. 3. 181.), der nichts anders ist

als gewaltiger Muskel- und Nervenreiz, bewirkt durch den Uebergang zweier elektrischer Differenzen zur Indifferenz durch den menschlichen Körper. —

**) Hier wird also „der elektrische Schlag" auf die Reizung der Muskeln und Nerven bezogen. Das wirkende Princip ist derselbe „Elektro-Chemismus," welcher Metalle oxydirt, Eisen magnetisirt, Wasser zersetzt u. s. w. Der Elektrophor in der Form einer Armatur ist daher eine Offizine, worin er Kräfte sammelt, denen nichts zu widerstehen vermag. U. s. w.

208.

Noch ist ein Versuch anzuführen, der schon alt aber so schön als belehrend ist, und recht anschaulich macht: „die dynamischen Flächen-Veränderungen, die an einer Seite der Armatur (des Elektrophors) vorgehen, haben auf der andern eine entgegengesetzte Veränderung zur Folge. Man hängt 3 Glöckchen so auf, dafs das mittlere an einem seidenen Faden, die äufseren zwei an einem metallenen Drathe angebunden sind. Zwischen zwei Glöckchen hängt ein Klöppelchen von einem Seidenfaden herab, und das mittlere Glöckchen ist durch ein Kettchen mit dem Conductor, und dem innern Belege der Verstärkung in Verbindung. Es wird noch eine andere Reihe solcher Glöckchen zubereitet, deren mittleres mit dem äufsern Belege der Verstärkung ver-

bunden ist. Die Verstärkung wird nun isolirt, und die Maschine in Bewegung gesetzt.

1. Beide Reihen der Glöckchen werden von den Klöppelchen angeschlagen, und geben ein Glockenspiel. — Die mittlern Glöckchen beider Reihen werden nämlich elektrisirt = + E (205.), ziehen dann die leicht beweglichen Klöppelchen an. Im Augenblicke der Berührung erhalten sie die Elektricität = + E durch Mittheilung, suchen dann ihren Gegensatz in den nahen Glöckchen, nähern sich diesen, theilen diesen ihr + E mit, und werden dann von den mittlern Glöckchen wieder angezogen, u. s. w.

2. Jetzt berührt man das äussere Belege der isolirten Armatur mit einem Leiter, und dreht die Glaswalze. — Es läuten nur mehr die Glöckchen, die mit dem innern Belege in Verbindung stehen; die Glöckchen des äufsern Beleges bleiben unangeschlagen. Die Elektricität, welche im äufsern Belege erregt wird, theilt sich lieber dem Tische mit, als dem isolirten Glöcklein.

3. Jetzt entfernt man die Leitung vom äufsern Belege der isolirten Verstärkung, dafs dasselbe nur wieder mit dem mittlern Glöckchen Gemeinschaft hat, und rührt hierauf den Conductor an:

die Glöckchen des i n n e r e n Beleges schweigen, hingegen die des ä u s s e r n Beleges spielen.

Greift man mit der Hand das äufsere Belege an:

so hören die Glöckchen, die mit demselben verbunden sind, zu läuten auf,

und die Glöckchen des innern Beleges spielen,

und so kann diese Abwechslung des Glockengeläutes vielmale wiederholt werden. — Nämlich wird der Conductor berührt, so pflanzt sich die Elektricität = + E

durch die Hand und den Leib fort, und da wird die mit dem Conductor verbundene und isolirte Glocke indifferent (= E). Indem aber dem Conductor und durch diesen dem innern Belege die Elektricität + E entzogen wird, fliefst die Elektricität dem äufsern Belege zu (206. *). Der Zuflufs kann aber nur aus der mittlern Glocke, mit der das Belege in Verbindung steht, geschehen. Das mittlere Glöckchen des äufsern Beleges wird also während der Conductor berührt wird = — E elektrisirt; wodurch dann das Geklingel der Glöckchen bewirkt wird, u. s. w.

*) Der Elektrophantes weiset auch wirklich den Minuszustand der mittlern Glocke, welche mit dem äufsern Belege der isolirten Armatur verbunden ist.

**) Dieselben Versuche lassen sich mit dem isolirten Elektrophor wiederholen, wenn man eine Reihe Glöckchen mit dem Deckel, die andere mit dem Teller verbindet. Erscheinungen dieser Art sind lauter Anschaulichkeiten von der Wahrheit: „die Wirkungen der elektrischen Verstärkung sind elektrophorisch,“ und „der elektrische Schlag (die höchste Naturgewalt) ist die Erscheinung der Rückkehr zweier dynamischer Differenzen zur Indifferenz.“

209.

Der elektrische Schlag, welchen die Verstärkung erzeugt, folgt auch in Hinsicht seines Weges und seiner Richtung ganz den Gesetzen des Elektrophors (182.). Die Versuche werden so angestellt.

1. Man bringt einen Conductor, der aus einer Ver-

stärkung hervorragt, einem Funkenmesser so nahe, daſs sich die Verstärkung bei gehöriger Ladung selbst entlädt, und ihren Funken auf den Knopf des Funkenmessers losschlägt. Vom Funkenmesser läſst man einen Drath mit einem Knopf auf den Tisch herab gehen, um den man mehrere abgestumpfte Dräthe im Kreise herum legt, so, daſs jeder ein wenig weiter vom Knopfe absteht, sie aber insgesamt mit dem äuſsern Belege der Verstärkung zusammen hängen. Wird nun die Verstärkung geladen, und der elektrische Funke auf den Funkenmesser geschleudert: so geht er am Drath ungesehen fort, und kommt nur wieder beim Uebergang in einen neuen Leiter zum Vorschein. Aber da zeigt sichs dann, daſs er unter den mehrern herumliegenden Dräthen nur den ergreift, welcher ihm am nächsten ist.

2. Geben sich 50 und mehrere Personen die Hände, daſs sie einen Kreis bilden, dessen erste Person mit dem äuſsern Belege der Verstärkung in Verbindung steht, die letzte den Funkenmesser berührt: so werden bei Entladung der Verstärkung alle Personen in den Armen und der Brust in demselben Augenblicke erschüttert.

3. Werden die Berührungen der im Kreise stehenden Personen geändert, so daſs sich die Personen an verschiedenen Theilen des Leibes anfassen, so nimmt der Schlag seinen Weg nach der Berührungslinie, und die Personen empfinden sich an der Schulter, an dem Arm, an der Hand, an den Beinen u. s. w. erschüttert.

4. Bietet man dem Verstärkungsfunken einen Drath von 100 und mehrern Ellen, und zugleich bloſs zwei Arme eines Menschen, so geht er dem Drathe nach, und läſst die Arme des Menschen unberührt.

5. Werden aus vielen Personen mehrere Kreise, groſse und kleine gebildet, alsdann mit den beiden Belegen einer Armatur gehörig verbunden, so werden bei einer starken Explosion die Personen aller Kreise, bei einer schwachen nur die des kleinsten Kreises getroffen. Ja, im ersten Falle ist die Erschütterung der kleinern Kreise immer stärker als die der gröſsern.

*) Der Verstärkungsfunke bewegt sich also momentan (blitzschnell) 2); ergreift immer nur die bessern Leiter 4), und unter diesen jene, die ihm am nächsten liegen 1); nimmt unter gleichen Umständen den kürzesten Weg, und theilt sich, wenn er sehr stark ist, in mehrere Aeste oder Zweige 5). Endlich kann man dem Verstärkungsfunken seinen Weg, den er zu nehmen hat, bestimmt anweisen 3).

210.

Wir haben bisher der vorzüglichsten Phänomene der Elektricität (zumal die der reinen, eigentlichen) vorgeführt. Die Materie zeigt in den elektrischen Erscheinungen ihr Leben recht in einer Glorie. Wer hier das Leben der Materie wieder aus einer Materie zu begreifen versucht, der muſs ja doch die ganze Ohnmacht eines solchen Versuchs tief fühlen. Ich konnte mich in die gröſsten Schwierigkeiten (in die Geheimnisse der Natur), welche Physiker von berühmten Namen unberührt lassen, mit Vertrauen einlassen; und wer Wahrheit liebend ist, muſs doch beistimmen: die elektrischen Erscheinungen seien samt und sonders auf Naturgesetze (auf die dynamischen)

zurückgeführt, sonach wirklich erklärt. Gewifs, in Deutung der elektrischen und magnetischen Phänomene feiert „die Dynamik" ihren Triumph, denn nirgend anderswo erscheint sie so sieghaft über die Annahmen von feinen Stoffen, Aetheren, Inponderabilien u. d. gl. wie hier. Die Theorie der Elektricität gewähret daher hohen Genufs, und trägt dann grofsen Werth in sich selbst. Indefs verschmäht sie auch „den Nutzen für das gemeine Leben" nicht; ja sie erweiset sich diesem auch erspriefslich. Man macht vielfältig die elektrischen Erscheinungen zum Gegenstand des Vergnügens: daher „die elektrischen Spielwerke." Es wurzelt aber in der Elektricität die Entdeckung der „Blitzstralableiter," hernach wird die Elektricität auch angewandt auf Heilung der Kranken.

*) Von Spielwerken kann in einer wissenschaftlichen Physik die Rede nicht sein. Wir handeln daher nur das ab, was in Hinsicht der Blitzstralableiter und des medicinischen Gebrauchs der Elektricität hieher gehörig ist,

211,

Die Gewitter machen sich durch Sturmwinde, Hagel, Wolkenbrüche, und andere Erscheinungen, die Unglück drohen, den Menschen furchtbar. Vorzüglich erregen Blitzstrale, welche oft gewaltige Donner begleiten, Entsetzen, weil sie manchmal plötzlich tödten, Häuser entzünden, und anderweitig zerstörend wirken. Man suchte daher schon im Alterthume Mittel sich gegen Gewitterschaden zu verwahren.

In der neuern Zeit meinten die Physiker, es seien das Glockengeläute
oder das Schiefsen gegen die Gewitter vermögend, die Gewitterwolken zu zerstreuen oder abzulenken, sonach ihr Schaden abzuwehren.

Zwar sah man bald ein, dafs das Glockengeläute blofs einen Klang hervorbringe; der Klang aber durch die Wolken gehe, ohne sie bewegend zu afficiren, und so war klar, dafs das Glockengeläute ein Gewitter weder in seinem Anzuge aufzuhalten oder abzuwenden, noch es, wenn es da ist, zu zerstreuen vermöge. Den Naturforschern war es daher gewifs, dafs das Glockengeläute auf die Gewitter ohne physischen Einflufs, mithin auf dieselben unwirksam sei.

Da man aber in der Physik aus Erfahrung wufste, dafs das Schiefspulver, wenn es angezündet wird, sich in Dampf und luftartige Substanzen auflöse, daher sich mit grofser Schnelligkeit in einen grofsen Raum ausdehne, und die Luft in Massa bewege, so meinten berühmte Physiker, dafs das Schiefsen mit grofsen Geschützen die Luft gegen die Gewitter-Wolken treiben, und durch ihren Anstofs dieselben im Heranziehen aufhalten und ablenken, oder doch sie, wenn sie schon über uns schweben, allerwärts zerstreuen, und dann unschädlich machen könne.

Allein aufser dem, dafs diese vermeinte Wirksamkeit des Schiefsens auf die Gewitter keineswegs aus unbestrittener Erfahrung erwiesen ist; so ist nicht abzusehen, wie dieselbe jemals statt finden könne, indem das Schiefsen mit grofsen Geschützen nicht einmal einen Nebel zu zerstreuen vermag; die Wolken aber nur Nebel in den hohen Luftgegenden sind, und dann der Knall in der Atmosphäre, den das Schiefsen

hervorbringt, mit der Entfernung abnimmt, und zwar im Quadratverhältniſs der Entfernung abnimmt (Lehre vom Schalle).

Es kommen und gehen die Gewitter auch wirklich in unsern Tagen, wo das Schieſsen durch Landesgesetze ganz ausser Brauch gekommen, wie ehedem, wo das Schieſsen noch als Vorurtheil in den Köpfen gemeiner Leute, und in gelehrten Schriften der Naturforscher gestanden; sie kommen und gehen ohne sich an uns feindseliger zu beweisen.

Gegen den Hagel und seinen Schaden lieſsen sich allerdings Versuche wahrscheinlich mit gutem Erfolge anstellen (M. Rede von einem Hagelableiter. Dilingen 1787).

Der Blitzstral wirkt nur dort zerstörend, wo er Widerstand findet. Das bemerkten schon die Alten und sahen in ihm

das Bild der zürnenden Gottheit, welche die Frevler, ihre Widersacher, züchtigt.

Aber gerade gegen den Blitzstral hat der Mensch ein versöhnendes Mittel, einen „Blitzstralableiter."

212.

Ein Blitzstralableiter beruht auf der Thatsache: die Gewitter sind elektrische Erscheinungen, und

Blitze (Fulgur)
und Blitzstrale (Fulmen)

elektrische Verstärkungsfunken, die dann sich den Gesetzen der Elektricität gemäſs (als Blitze) von Wolke zu Wolke bewegen, oder (als Blitzstrale) herab auf die Erde stürzen. Dieser Thatsache werden wir vergewisset durch die Erfahrung.

213.

Franklin wagte es am ersten, sich den Gewitterwolken zu nahen, und kühn ihre Beschaffenheit zu studiren. Er liefs einen papiernen Drachen mit Metallspitzen und einem angehängten Drath versehen, während eines Gewitters himmelan steigen, und sah dann an dem herabgehenden Drathe, dafs er leichte Körperchen anziehe und abstosse, und berührt unter dem bekannten Knistern elektrische Funken gebe. Nachher setzte Franklin auf sein Haus eine isolirte metallene Stange, und leitete von ihr isolirt einen Drath herab. Auch an dieser Anrichtung beobachtete er bei einem entstandenen Gewitter alle Zeichen sowohl der reinen als der chemischen Elektricität, und dadurch war dann factisch dargethan: „die Gewittererscheinungen seien elektrischer Art, und Blitze und Blitzstrale nichts anderes, als elektrische Verstärkungsfunken," wovon der Donner nur eine Folge ist.

Bald wurden in allen Ländern von den Naturforschern ähnliche Versuche angestellt, und die nämlichen Erfolge gefunden. Die Vorrichtung, deren sie sich bedienten, bezeichneten sie atmosphärische Elektricitätszeiger (index, explorator electricitatis atmosphaericae).

214.

Die Versuche mit den Gewitterwolken gehen ins Erhabene. Der Mensch beweist dabei grofses Vertrauen auf sein Vermögen, aber ein solches Vertrauen ist edel, und die Resultate des Experiments sind eine neue Bewährung: „Wir sind göttlichen Geschlechtes."

Denn der Mensch bemächtigt sich sogar des Blitzstrales, und macht ihn unschädlich.

215.

Eine Vorrichtung also, welche dient, mit den Gewitterwolken Experimente anzustellen, und dann durch Augenschein zu beweisen, sie seien elektrische Erscheinungen; hernach daraus zu lernen: „den Blitzstral wegzuweisen und seinen Schaden abzuwenden," gehört unstreitig zu den herrlichsten und instructivsten physikalischen Apparaten, und steht dann als erste Zierde in einem physischen Kabinet.

Ich machte mir bei einer solchen Vorrichtung Folgendes zur Regel:

die Vorrichtung soll einfach und für die atmosphärische Elektricität sehr empfindlich sein, daſs sie die schwächsten Grade derselben andeutet, und auch die Qualität aussprechend, ihr Plus oder Minus bestimmt ausweiset.

Alsdann soll dabei ohne alle Gefahr und bequem experimentirt werden können.

Dieses Alles leistet die Veranstaltung dahier wirklich. Dieselbe besteht der Hauptsache nach darin. Auf dem Dache des akademischen Hauses zu Dilingen, gerade über dem physikalischen Kabinet steht ein Thürmchen A (Fig. 24. Taf. II.). Zu Oberst ist am Thürmchen eine gläserne Säule von 2 1/2 Zoll Durchmesser, eingeküttet, so, daſs sie einen Fuſs weit hervorragt, mit einem Hütchen von Sturzblech bedeckt ist, und eine 3 1/2 Fuſs lange eiserne Stange trägt. Mittelst des Hütchens m ist ein Geflecht Messingdrath

genau verbunden, und durch Glasstängchen n, n etc. isolirt bis zu einem Pfeiler (B C) des Kabinets herabgeführt. In den Pfeiler ist ein Kästchen von Holz eingemauert, in welches, eine 1 1/2 Zoll weite Glasröhre o p sanft eingelegt ist, und aufserhalb (bei o) und innerhalb (bei p) 4 Zoll weit hervor geht. Die Enden der Glasröhre o, p sind mit Korkpfropfen verschlossen; diese halten die eiserne Stange, welche durch die Glasröhre durchgeführt ist, aufserhalb mit dem Ableitungsgeflecht Verbindung hat, und innerhalb in ein Kügelchen a (aus Messing) ausläuft. Das Kügelchen befindet sich über der Mitte einer grofsen hohlen kupfernen Kugel D (16 Zoll im Durchmesser), die auf einer Eisenstange aufsitzt, welche durch die Mauer geht, und ununterbrochen bis in die Erde reicht. Aus der Mitte der Kugel D ragt ein metallenes Röhrchen hervor, in welches ein anderes mit einer hohlen Halbkugel e (mit einem Schälchen) federnd einpafst, auf und nieder geschoben, und mit dem Kügelchen a in vielfache und genaue Berührung gebracht werden kann.

So lange die Kugel a mit dem Schälchen e in Berührung steht, läuft die metallene Leitung von der Spitze des Thürmchens ohne Unterbrechung fort in den Boden. Im Falle also, dafs ein Gewitter nahe und elektrischer Art ist: so kann an der Vorrichtung nie eine Spur von Elektricität wahr genommen werden; denn sie pflanzt sich durch den bessern Leiter, welcher Metall ist, unaufhaltsam fort, und theilt sich dem Erdboden mit.

Sobald aber die Halbkugel e durch Verschiebung von dem Kügelchen a abgesondert, mithin die Leitung unterbrochen wird: so wird die atmosphärische Elektricität angehalten, und wahrnehmbar.

Will man daher über den elektrischen Zustand der

Atmosphäre ein Experiment anstellen: so schiebt man das Schälchen e herab, legt in dasselbe ein genau passendes Kügelchen (= a) in das Schälchen, und stellt es in beliebige Entfernung mit a.

*) Der Eleganz willen ist die groſse Kugel im Feuer vergoldet, die eiserne Stange xz mit Gold legirt, u. s. w.

216.

Versuche. 1. Hört man von Ferne donnern, so begiebt man sich in das physikalische Kabinet; setzt mit der Kugel einen Goldblatt - Elektrophantes FG. (Fig. 24. Taf. II.) in Verbindung, und sondert dann das Schälchen e von der Kugel a. Im Augenblicke gehen die Goldblättchen auseinander.

2. Nähert man dem Kügelchen den Finger, so erscheint ein lichtweiſses Fünkchen, und man empfindet bei der Berührung einen Stich.

3. Legt man eine Hand an die groſse Kugel, und berührt mit der andern Hand das Kügelchen: so spürt man eine schwache Erschütterung in beiden Armen.

*) Mit Annäherung des Gewitters zeigen sich die Erscheinungen immer stärker. Die Funken wachsen und strömen auf das Kügelchen, welches man in das Schälchen gelegt hat, wie ein feuriger Regen herab, und die Erschütterung wird empfindlich. Ist einmal das Wetter nahe, so steht man vom Experiment ab; bringt die Halbkugel (das Schälchen) e mit der Kugel a in Berührung, und stellt so eine ununterbrochene Leitung bis zur Erde her.

**) Neben der grofsen Kugel D ist am Pfeiler ein Körper aus Blech E in Form einer Wolke isolirt aufgehängt, diese mit dem Kügelchen in Verbindung gebracht, und dann unter dieselbe der Goldblattelektrophantes gestellt. Gehen bei Annäherung des Gewitters die Goldblättchen auseinander, so nimmt man das Stativ mit dem Glase, worin sie hängen, weg, und nähert ein isolirtes Metallscheibchen, das an einem Glasstreifen gerieben worden. Fallen die Goldblättchen zusammen, so ist die Elektricität der Atmosphäre = + E; gehen sie aber noch mehr auseinander: so ist ihr Zustand — E (174.). Die ganze Vorrichtung in Verbindung mit den Goldblättchen, die mit Metall elektrisirt worden, mag daher genennt werden „Aero-Elektrophantes."

***) Die Höhe des Gebäudes samt dem Thürmchen und der aufgesteckten Eisenstange beträgt 80 Fufs. Merkwürdig ist, dafs der Thurm der akademischen Kirche 136 Fufs hoch, vom Thürmchen nur 160 Fufs absteht, und der Aero-Elektrophantes dennoch die geringsten Grade der atmosphärischen Elektricität anzeigt, und demnach lehrt, dieselbe sei bei einem Gewitter auf überaus grofse Weiten umher verbreitet. — Zur Zeit, wo kein Gewitter ist, kann die Empfindlichkeit des Apparats so gewiesen werden. Man führt vom Conductor der Elektrisirmaschine einen Drath hin bis zum Kügelchen, und verbindet denselben mit ihm. Wird das Schälchen von der Kugel durch Verschiebung abgesondert, und dann die Maschine ein wenig bewegt, so gehen die Blättchen auseinander. Es mufs also bei der gering-

sten Reibung die Glaswalze die ganze Leitung bis zur Thurmspitze geladen worden sein. Natürlich kann der Leitung nur ein äufserst geringer Grad von Elektricität zukommen, und dennoch kündigt sie sich durch die Divergenz der Goldblättchen an. — Wird die Verbindung zwischen dem Schälchen und der kleinen Kugel wieder hergestellt: so kommt keine Spur der Elektricität mehr zum Vorschein, wenn auch die Maschine in anhaltende Thätigkeit gesetzt wird.

217.

Es ist also augenscheinlich dargethan, dafs die Gewitter elektrische Erscheinungen sonach die Blitze und Blitzstrale nichts anderes als elektrische Verstärkungsfunken seien, die jene unserer Maschinen nur an Intension und Gröfse übertreffen. Der Blitzstral unterliegt daher den Gesetzen der chemischen Elektricität;

er mufs also den bessern Leiter ergreifen und ihm folgen, unter gleichen Umständen den ihm nächsten treffen, und dann, wenn er ununterbrochen bis zur Erde geht, sich in diese einsenken, oder sich über ihre Oberfläche verbreiten (flächlich werden. 179. ***).

Aber demnach sind wir eben vermögend, den Blitzstral wegzuweisen, und ihn unschädlich von unsern Wohnungen abzuleiten, d. i. wir sind im Besitze eines Blitzstralableiters, wenn wir

eine metallene Stange, die in eine Spitze ausläuft, so auf ein Gebäude befestigen, dafs sie über die höchsten Theile desselben hinaus ragt,

und dann durch eine ununterbrochene Verbindung mit einer andern eisernen Stange oder einem gehörig dicken Drathgeflecht bis in die Erde reicht.

*) In der vorhin beschriebenen Vorrichtung (Fig. 24.) sehen wir auch in der Wirklichkeit einen Blitzstralableiter abgebildet; nur hat bei dem gewöhnlichen das Isoliren keinen Zweck, und wird daher unterlassen, weil der Blitzstral gesetzmäſsig dem bessern Leiter folgt, und dann Holz und Mauer unberührt läſst.

**) Das Praktische in Anlegung der Blitzstralableiter ist im Experimentalcollegium zu lehren. Auch ist daselbst zu erörtern: ob Eisenstangen oder Drathgeflechte von Messing zu wählen, oder diese jenen vorzuziehen seien; ob die Auffangsstange in Eine Spitze auslaufen oder mit mehrern Spitzen versehen sein müsse; ob man die Spitzen aus Kupfer zu fertigen und zu vergolden habe, u. d. gl.? — Hier erachte ich, nur noch einem Paar Einwürfe begegnen zu müssen.

218.

Man wendet ein: 1. Ein Ableiter auf dem Hause A kann dem Hause des Nachbars B Schaden bringen; denn der Ableiter zieht den Blitzstral an, und da kann geschehen, daſs der Blitzstral des Nachbars Haus treffe. — Antwort. Wenn es wahr ist, daſs der Ableiter den Blitzstral anziehe, so kann er ihn nicht mehr lassen, und ihn an eine schlechte Leitung abgeben. Setzen wir aber, daſs der Ableiter vom Hause A die elektrische Wirkungssphäre der Wolke, worin der

Blitzstral seinen Sitz hat, nicht erreiche, so ist es eben so viel, als wäre er gar nicht da; und so ist wohl klar, daſs ein Blitzstralableiter auf dem Hause A im letztern Falle für das Haus B unwirksam, und soviel als nicht vorhanden, also unschädlich sei, im ersten Falle aber ihm wohl gar als eine Schutzwehre diene.

2. In der Schweitz bei und um Bern geschah es, daſs 1819 der Blitzstral die Blitzableiter ganz umgieng, und zur Seite in die Gebäude eindrang. Auf diese Weise wurde in Kophigen ein prächtiges Haus vom Blitzstral getroffen und in Brand gesteckt. Der Ableiter war von Eisen und wurde im Schutt ganz und ohne Fehl gefunden (Annal. der Physik. Jahrg. 1820. St. 3.). Diesemnach ist aber der Blitzstralableiter kein zuverläſsiges und sicheres Mittel gegen das Schaden des Blitzstrals. Antwort. Es ist allerdings schwer zu begreifen, wie hier die Natur gewirkt habe. Der Vorfall gehört immer zu den ausserordentlichen, als wie der: In einem Forst, der im Gebiete des Oberforstamts Weissingen (K. Baier. Landger. Werdingen) liegt, schlug ein Blitzstral im Jahre 1820 eine Tanne im Stamme entzwei, und zwar in einer horizontalen Richtung, daſs es schien, der Baum sei mit einer Säge von Menschenhänden durchschnitten worden. (Das hiesige Kabinet besitzt das Holz durch die Güte des K. Oberförsters v. Vopelius). Der Blitzstral hat daher auch hier die Spitze, den Wipfel des Baums umgangen, und den Stamm von der Seite her ergriffen und abgerissen. — Vielleicht hat ein Regenguſs, den der Sturm von der Seite her auf den Stamm geworfen, den Blitzstral mit herbei geführt? — Da aber unter tausendmaligem Herabkommen eines Blitzstrales, derselbe kaum einmal eine solche horizontale Richtung nimmt, so wird wohl deſs-

halb eine Blitzableitung nicht unzuverläſsig oder unsicher heiſsen dürfen!

219.

Versucht man noch „das Entstehen des Gewitters“ zu erforschen, so kann man bloſs mittelst der Analogie einige Blicke in das Geheimniſs thun. Es sind, wie es aus dem Bisherigen erhellet, die Blitze und Blitzstrale elektrische Verstärkungsfunken: also elektrophorische Erscheinungen (204. etc.). Betrachten wir die atmosphärische Luft, über derselben die Wolken, und unter derselben den Erdboden, so sehen wir eine nichtleitende Fläche mit zwei leitenden in Berührung, d. i. wir haben einen von der Natur gebildeten groſsen Elektrophor vor Augen (176.). Wird nun die obere Luftschichte durch die Einwirkung der Sonne zur Sommerszeit im hohen Grade = — E (148.), und breiten sich über dieselbe Wolken aus: so liegt ein von der Natur gestalteter mächtig groſser Elektrophordeckel auf einem Elektrophor von ungeheurem Umfange. Wird dann eine Wolke z. B. durch den Wind geläpft, so entstehen Verstärkungsfunken, Blitze und Blitzstrale.

*) Da jede elektrophorische Wirkung durch zwei entgegengesetzte Flächen bedingt ist (191.): so befindet sich bei einem Donnerwetter die untere Luftschichte, die, welche die Erdfläche berührt, im Zustande = + E. Es zeigt auch der Aero-Elektrophantes in der Regel allemal + E, und bei jedem Blitze verstärkt sich diese Elektricität, gleichwie bei Aufhebung eines gewöhnli-

chen Elektrophor-Deckels sich die Elektricität des Tellers = + E verstärkt (179.).

**) Es kann eine von der obern Luftschichte aufgelüpfte Wolke = + E manchmal lange frei sich in der Luft halten; es können dann die Erdekörper, zumal die hervorragenden, als Bäume, Thürme, Häuser u. s. w. in ihrer Wirkungssphäre eingetaucht = — E elektrisch werden, wo dann geschehen muſs, daſs das Plus der Wolke das Minus der Erdkörper suchend, Blitzstrale erzeuge, und auf die Erdkörper herab schleudere. — Weil Wolken dieser Art oft sehr nieder schweben, so wird verständlich, daſs der Blitzstral manchmal höhere Gebäude vorbeigehend, niedere treffe, u. s. w.

***) Zeigt der Aero-Elektrophantes die Elektricität = — E, so deutet dieses an, er sei wirklich in der Wirkungssphäre einer positiven elektrischen Wolke; aber das zeigt auch an: die Gefahr eines Blitzstrals sei nahe!

220.

Nicht nur die Wolken erzeugen Blitzstrale, sondern auch auf ihre Art einige Fische; denn werden sie mit beiden Händen berührt: so empfindet man in den Armen und der Brust eine Erschütterung, die ganz ähnlich ist der, welche eine Verstärkungsflasche hervor bringt. Dergleichen Fische nennt man Zitterfische (pisces electrici), und man kennt deren bisher fünf Arten,

den Krampffisch (raja torpedo),
den Zitteraal (gimnotus electricus).

den Zitterwels (silurus electricus),
den elektrischen Stachelbauch (tetrodon electricus),
und den elektrischen Fisch (trichiurus electricus).

Walsh, Hunter u. a. haben einige dieser Fische zergliedert; sie fanden, daſs die elektrischen Organe derselben aus Membranen bestehen, die dann (wie auch Volta meint) übereinanderliegend durch Dazwischenkunft der Säfte eine Art galvanischer Säule bilden, daſs also die Erregung der Elektricität nicht durch Reibung, wie in der Maschine, sondern durch bloſse Berührung der Gegensätze entsteht. Nur bleibt es ein Naturwunder, daſs die Fische das Vermögen haben, die gesammelte Elektricität nach Willkühr auf ihre Gegner zu schleudern, und dadurch andere Fische zu betäuben. In der Lehre vom Elektro-Chemismus werden die elektrischen Fische einen eigenen Gegenstand der Untersuchung ausmachen.

*) Dahin gehört dann auch der homo elektricus, der sich in einem Doctor Hartmann gezeigt haben soll.

221.

Wird eine Person auf eine Insel gesetzt, und mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in Verbindung gebracht, so nimmt sie als Leiter an der Elektricität Theil, ohne derselben durch Empfindung bewuſst zu werden. Bloſs sieht man, daſs sich die Haare des Elektrisirten sträuben und in die Luft ausstrecken. Nämlich die Elektricität wirkt hier als reine Elektricität, als bloſse Flächenkraft.

*) Da die Luft, welche die elektrisirte Person umfängt, kein absoluter Nichtleiter ist, so entzieht sie derselben an der Oberfläche ihres Leibes immer die Elektricität, wo sie dann in die Luft eingreifend schon den chemischen Procefs beginnt, und sonach die Hautnerven, obwohl nur unmerklich reizt. Das Experiment, wodurch eine Person auf solche Weise isolirt mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine in Verbindung gesetzt wird, nennen die Aerzte „das elektrische Bad."

222.

Die Reizung der isolirten Person kann indefs sehr gesteigert werden. Wird irgend einem Gliede von einer andern Person, die auf dem Boden steht, eine metallene Spitze angenähert: so empfindet die Person die kleinen Fünkchen, die da entstehen, d. i. sie wird sanft gereizt. Wechselt der Experimentator die Spitze mit einem Knopf: so entstehen schon gröfsere Funken, und der Reiz der berührten Organe ist schon stark. Wird endlich die Anrichtung so getroffen, dafs mit dem Conductor eine Verstärkung in Verbindung steht, und dann die Person mit dem Funkenmesser in Gemeinschaft kommt, so erfolgt die Erschütterung jener Glieder (gröfsere oder kleinere), die man zu reizen die Absicht hat (209.).

*) In diesen Fällen erweiset sich daher die Elektricität chemisch wirkend, als ein Reizmittel von ganz eigner Art,

das in beliebigen Graden auf den ganzen Körper oder nur auf gewisse Theile angewendet werden kann, das blitzschnell wirkt, dort-

hin, wo Mangel an Reiz ist, augenblicklich gelangt,
und dann die Organe innigst durchdringt.

Daher ist die Elektricität, als Elektro-Chemismus, für Kranke, die in irgend einem Theile ihres Leibes der Reizung bedürfen, und diese die pharmazeutischen Arzneien nicht gewähren, ein kräftiges Heilmittel, das mit Verstand und Geduld angewandt, die schlaffen Glieder in Thätigkeit setzen, die gelähmten Organe von Neuem beleben, und noch anderweitig dem Kranken Linderung verschaffen kann.

*) Kratzenstein wird als der erste genennt, welcher (1744) zu Halle die Elektricität auf Heilung eines gelähmten Fingers glücklich angewendet hat. Lover, ein englischer Arzt, machte 1760 schon aufmerksam auf die nöthige Vorsicht beim Gebrauch des elektrischen Schlages. Nachher suchten berühmte Naturforscher in Teutschland, Holland, Frankreich und England die Elektricität als Heilmittel zu Ansehen zu bringen. — Nairne, ein Künstler in England, baute eine eigene Elektrisirmaschine zu medicinischen Zwecken. U. s. w.

**) Es gab Aerzte, welche auf den Unterschied der positiven und negativen Elektricität Rücksicht nahmen, und einige Kranke an den Gebrauch der positiven, Andere an den Gebrauch der negativen Elektricität wiesen. Allein, da bei Versuchen mit Kranken „der Elektro-Chemismus“ (eine noch nicht anerkannte Naturkraft) wirksam ist: so muſs der Reiz immer derselbe sein,

der Kranke sei mit dem Reibzeug einer Elektrisirmaschine = — E, oder mit dem Conductor = + E in Gemeinschaft;

denn es muſs in Hinsicht der Reizung ganz einerlei sein,

ob das Plus der Umgebung (z. B. der Luft) die Hautnerven (= — E elektrisirt) anregt, oder ob das Plus, welches im Organ vorherrscht, in die Umgebung (z. B. in der Luft = — E) eingreift.

Nach empirischer Sprache ist es in Hinsicht der Reizung ganz einerlei: ob der elektrische Funke von Aussen in die negativ elektrisirten Muskeln und Nerven, oder ob derselbe aus den positiv elektrisirten Muskeln und Nerven in die Luft ausschlage. Z. B. nähert ein Experimentator der Zunge einer positiv elektrisirten Person einen metallenen Knopf: so wird der elektrische Funke aus der Zunge hervorbrechen und den Speichel oder Schleim zersetzen, daſs sie sauer schmeckt. Elektrisirt man hingegen die Person negativ: so wird bei dem nämlichen Verfahren der elektrische Funke in die Zunge übergehen, sonach gleichmäſsig das Medium, den Speichel oder Schleim, zersetzen, daraus den Sauerstoff frei machen, und die Zunge auf dieselbe Weise afficiren.

***) Wir stehen hier an der Gränze des chemischen Processes. Ich unterscheide aber, wie schon mehrmalen bemerkt worden,

den elektro-chemischen
von dem gemeinen chemischen
Proceſs.

„Der elektro-chemische Proceſs“ ist Gegenstand einer ganz besondern Forschung, also vom gemeinen chemischen Proceſs ganz auszuscheiden. Er hat „im System der Natur“ seine eigene Stellung (Allg. Dyn. Vorrede). Hier in „der Wissenschaft der materiellen Natur“ kann nur von „dem gemeinen chemischen Proceſs“ die Rede sein. Doch vorher noch „von der Verwandtschaft der Elektricität und des Magnetismus.“

Anhang.

Von der Verwandtschaft der Elektricität und des Magnetismus.

223.

Die Naturforscher bemerkten schon vorlängst eine Aehnlichkeit zwischen den elektrischen und magnetischen Erscheinungen. Van Schwinden, Steiglehner u. a. haben sie durch mancherlei Versuche zu bestimmen gesucht. Vor Kurzem (1818) brachte der Akademiker v. Yelin das Verhältniſs des Magnetismus zur Elektricität von Neuem zur Sprache, und suchte eine Idendität der Elektricität und des Magnetismus darzuthun. Jüngst (1820) sprach er, auf die Versuche Oerstaedt's und Arago gestützt, die Behauptung aus: „es sei die Idendität des Magnetismus und der Elektricität, die er

früher vermuthete, nun durch directe Versuche bis zur Evidenz dargethan *)."

224.

Soll auf die Frage „von der Verwandtschaft der Elektricität zum Magnetismus" eine richtige Antwort gegeben werden: so ist vorerst der Unterschied

rein elektrischer
und chemisch elektrischer Erscheinungen,

den ich in der vorhergehenden Abhandlung anschaulich gemacht habe, zu berücksichtigen und fest zu halten. Denn bei zweierlei verschiedenen Erscheinungen müssen auch zweierlei verschiedene Principien wirksam sein. Das Princip der rein elektrischen Erscheinungen, welche bloſs im Anziehen und Abstossen leichter Körperchen bestehen, ist die eigentliche (reine) Elektricität; hingegen das Princip der chemisch elektrischen Erscheinungen, als da sind elektrische Funken, Wasserzersetzung u. d. gl. ist der Elektro-Chemismus (Allg. Dyn. 127.), ein Princip, das sich in neuern Zeiten durch die sogenannte Galvanische Säule den Physikern aufgedrungen hat, aber noch gar nicht verstanden ist.

Allein gerade dieser Unterschied „diese Hauptsache" bei Erörterung elektrischer Phänomene und bei Bestimmung des Verhältnisses der Elektricität zum Mag-

*) In einer öffentlichen Nachricht durch die allgem. Zeitung unterm 2. Dec. 1820, welche von Yelin als die seine anerkannte in einem Schreiben an Prof. Gilbert Annal. Jahrg. 1820. St. II. S. 323.

netismus wird von den Naturforschern ganz ausser Acht gelassen. Für die meisten Naturforscher ist also das Naturfactum „der reelle Unterschied rein elektrischer Erscheinungen" gar nicht vorhanden; und da können dann die Ansichten und Behauptungen von elektrischen Erscheinungen überhaupt und von der Verwandtschaft des Magnetismus und der Elektricität insbesondere, nur halb wahr, und sonach für die Naturwissenschaft nicht anders als werthlos sein.

225.

Vergleichen wir vor allem die rein elektrischen (die eigentlich elektrischen) Phänomene mit denen des Magnetismus, um dann zwischen ihnen und ihren Principien Idendität oder Verschiedenheit auszumitteln!

226.

Aus den Theorien der Elektricität und des Magnetismus gehen folgende Lehren als erwiesen hervor:

a) Die Elektricität und der Magnetismus sind „die allgemeine, in der Erscheinungs-Natur Alles wirkende Naturkraft" (die dynamische Dreieinheit = Synthese der expensiven nnd contractiven Thätigkeit).

b) Als allgemeine Naturkraft folgt die Elektricität, gleichwie der Magnetismus „den allgemeinen dynamischen (denselben Natur-) Gesetzen," und so muſs sich dann die Elektricität im Allgemeinen wie der Magnetismus äuſsern.

c) Es spricht sich auch die Elektricität und der Magnetismus in der Erfahrung wirklich im Allgemeinen als dieselbe Thätigkeit aus. Z. B. es

zeigen sich sowohl bei der Elektricität als bei dem Magnetismus dynamische Gegensätze; gleichnamige Pole (gleichnamig elektrische und gleichnamig magnetische) stossen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an; die Elektricität wirkt in die Ferne so wie der Magnetismus, und nimmt wie dieser mit der Entfernung ab; Elektricität und Magnetismus durchdringen auch dazwischen liegende Medien, u. s. w.

d) Sowohl die elektrische als die magnetische Thätigkeit erwacht durch „Erregung," und diese ist durch „Berührung" bedingt.

e) Die Erregung (die elektrische und magnetische) ist eine „Differenzirung der dynamischen Indifferenz" (Polarisirung).

f) „Die erregte Thätigkeit" (das elektrische und magnetische Leben) besteht „im Zurückstreben zweier Differenzen in die Indifferenz." U. s. w.

227.

Diesemnach sind Elektricität und Magnetismus ihrem allgemeinen Wesen nach wirklich identisch. Meint daher v. Yelin diese Identität, wenn er sagt, daſs er sie als „seine Lehre" anspreche *): so ist diese Lehre sogar nicht neu, daſs ich sie schon vor 12 und 15 Jahren in meine Abhandl. vom Magnete und Magnetismus (1806), alsdann von der Elektricität (1808) aufs bestimmteste vorgetragen habe; und da müſste es mir zum Wohlgefallen gereichen, „meine Lehre" von einem berühmten Naturfor-

*) In der vorhin angeführten Kundmachung.

scher adoptirt zu sehen. Geht aber die Behauptung weiter, und hat v. Yelin die Ueberzeugung durch directe Versuche beweisen zu können, „dafs Magnetismus und Elektricität auch ihrem besondern Wesen nach Einerlei (Dasselbe) sei, mithin zwischen Elektricität und Magnetismus schlechthin (in jeder Hinsicht) Idendität statt habe;" so mufs erwiedert werden: dafs eine solche Idendität nicht erweislich sei. Denn Magnetismus und Elektricität sind „ihrem besondern Wesen" nach gänzlich verschieden (unidentisch). Nur zwei Versuche sollen dieses anschaulich machen.

228.

1. Ist eine Magnetnadel auf eine Spitze gestellt, oder an einer ungewundenen Seide aufgehängt: so nimmt sie, wie es bekannt ist, eine solche Richtung an, dafs sie einen Pol nach Norden, den andern nach Süden kehrt, sonach die Linie, welche die beiden Pole verbindet, mit der Erdachse (beinahe) parallel geht. Die Kraft, welche sich im Magnet regt (der Magnetismus), ist also eine nach der Länge und in bestimmter Richtung wirkende Kraft „das Linienleben der materiellen Natur."

2. Bringt man ein Stäbchen von Holz (in Pfeilform), das mit einem Hütchen versehen, 5 Zoll lang ist, und auf der Metallspitze eines hölzernen Stativs von 2 Zoll Höhe aufsitzt, über einen Harzkuchen, der mit Katzenhaaren gerieben worden: so wird das Stäbchen polarisirt. Das eine Ende des Stäbchens, welches sich gegen den Harzkuchen = — E neigt, weiset + E, während das andere Ende den Zustand — E zeigt. Vor dem angenäherten Finger oder einem andern Körper flieht

die geneigte (untere) Spitze, indem das andere Ende (das obere) vom Finger angezogen wird (170. 174.). Allein die Richtung dieses polarisirten Stäbchens (dieser Elektricitätsnadel) ist keineswegs durch die Erdpole bestimmt. Es zeigt sich bloſs das Streben des Stäbchens sich mit einem Ende zur Harzfläche zu neigen (in der Fläche seinen Gegensatz zu suchen), das heiſst: es offenbaren sich hier in der Erscheinung flächliche Gegensätze. — Nimmt man noch die Erfahrung in Acht, daſs alle elektrische Erscheinungen sich lediglich an den Flächen der Körper zeigen, so erhellet: die Elektricität (als solche) sei, eine flächliche ohne bestimmte Richtung wirkende Kraft" das Flächenleben der materiellen Natur."

229.

Der Magnetismus erscheint also in einer polarisirten Linie. Hingegen kommt die Elektricität an einer polarisirten Fläche zum Vorschein. Das allein ist völlig hinreichend, die wesentliche Verschiedenheit der Elektricität und des Magnetismus vor Augen zu stellen. Die weitern bestätigenden Versuche finden sich in meiner Vorlesung „vom Verhältniſs der Elektricität zum Magnetismus." München 1821.

230.

Halten wir nun auch die chemische Elektricität (den Elektro-Chemismus) zum Magnetismus, um auch in dieser Beziehung das Verhältniſs der Elektricität zum Magnetismus darzulegen! — Mannigfaltig sind die Wirkungen des Elektro-Chemismus; es kommen aber hier nur jene in Anschlag, die er äuſsert

auf **Magnetisirung des Eisens und Stahls,**

und auf Ablenkung der Magnetnadel.

Blitzstrale sind, wie gelehrt worden (212.), „elektrische Funken," welche Eisen, auf das sie fallen, gar oft magnetisch machen. Auch die Kunst vermag den Elektro-Chemismus in Thätigkeit zu setzen, und durch Elektrisirmaschinen und die galvanischen Apparate Eisen und Stahl in Magnete zu verwandeln. — Arago hat jüngst beobachtet, daſs wenn man einen Stahldrath in eine Glasröhre steckt, und diese mit einem metallenen Drath schraubenartig umwindet, alsdann durch diese Metallschraube aus einer gemeinen Elektrisirmaschine Funken durchgehen läſst, der Stahldrath magnetisch werde. Der Erfolg blieb aus, wenn Arago den Metalldrath berührte, oder die Stahlnadel auſserhalb der Schraube hielt. V. Yelin spannte einen Metallfaden über die Länge einer Glasröhre ganz parallel mit deren Achse, lieſs die Funken darauf schlagen, und die Nadel war magnetisch. Die Versuche gelangen durch die einfachen Funken einer kräftigeren Elektrisirmaschine eben so sicher, als durch die verstärkten.

Aehnliche Phänomene kommen zum Vorschein, wenn die Versuche mit der Galvanischen Säule angestellt werden. Nach Arago steckt man in einen Spiraldrath eine mit Papier umwickelte Stahlnadel, und läſst die Nadel einige Minuten lang in der Spirale bei geschlossener Kette einer stark wirkenden Galvanischen Säule. Und die Nadel wird ziemlich stark magnetisirt.

231.

Die neuesten Versuche, welche die vorhergehenden erst veranlaſsten, sind die vom Einfluſs der chemischen Elektricität auf Ablenkung der Magnetnadel. J. G. Oerstedt, Professor der Physik in Kopenhagen, hat am ersten wahrgenommen, daſs sich durch einen Galvanischen Zellen-Apparat und zwar bei geschlossener Kette, eine Magnetnadel aus ihrer Lage bringen lasse. Pictet und de la Rive, Professoren zu Genf, Arago und Ampére in Paris, Hofr. Mayer in Göttingen, Prof. Gilbert in Leipzig, der Akademiker v. Yelin in München u. a. m. haben den Erfolg bestätigt, und die Entdeckung sehr erweitert.

Prof. Schweigger in Halle entdeckte, daſs Eine Galvanische Zelle (die einfache Kette) die Magnetnadel ablenke. Ich stelle das Experiment so an: Zwei Säulchen eines Brettchens, welches 7 Zoll lang, 2 1/2 Zoll breit, 3/4 Zoll dick ist, werden mit einem dünnen Messingdrath horizontal bespannt, der nach oben und unten verschiebbar ist. Auf das Brettchen stellt man unter den Drath eine Magnetnadel von 3 Zoll Länge, auf einer Spitze eines zwei Zoll hohen Stativs beweglich. Der horizontale Drath wird so herabgeschoben, daſs er von der Magnetnadel etwa 3/4 Zoll absteht, und dann das Brettchen so lange gedreht, bis der Drath mit der Magnetnadel parallel steht, sonach mit der Erdachse dieselbe Richtung nach Norden und Süden hat.

Mit dem nördlichen Ende des horizontalen Drathes verbindet man einen federnden (Spiral-) Drath, an dem der Stiel einer Kupferplatte von 7 Zoll Länge und 3 1/2 Zoll Breite befestigt ist. Auf gleiche Weise macht man an das südliche Ende des horizontalen Drathes ei-

nen federnden Drath, und bindet an diesen eine gleich grofse Zinkplatte.

Man fafst nun den Stiel der Kupferplatte mit der linken und den Stiel der Zinkplatte mit der rechten Hand, und taucht die beiden Platten zugleich unter Wasser, das mit etwas Salzsäure beladen ist, so, dafs sich die Metallplatten einander nicht berühren (sonach eine Zelle bilden).

Im Augenblicke der Untertauchung der Kupfer- und Zinkplatten weicht die nördliche Hälfte der Magnetnadel östlich ab. — Wechselt man jetzt die Platten, dafs Zink mit dem horizontalen Drathe nördlich, und Kupfer mit denselben südlich in Verbindung steht, und taucht dann die beiden Platten* wieder, wie vorher, im Wasser unter: so erfolgt abermal eine Abweichung, der nördliche Hälfte der Magnetnadel aber westlich.

232.

Noch auffallender wird der Erfolg, wenn man den horizontalen Drath so weit herab schiebt, dafs er unter der Magnetnadel sehr nahe am Stativ durchgeht, und dann die vorige Manipulation wiederholt. Es geschehen abermal Abweichungen der Magnetnadel aber in verkehrter Ordnung:

die nördliche Hälfte, welche vorhin östlich abgelenkt wurde, weicht jetzt unter den nämlichen Umständen westlich ab; und die vorhin westliche Abweichung wird jetzt südlich.

*) Dreth man das Brettchen so, dafs der Drath auf die Magnetnadel senkrecht steht, sonach von den beiden Polen derselben 90° entfernt ist, und verfährt hernach wie in den vorhergehenden

Versuchen: so bleibt die Nadel unverrückt in ihrer Richtung nach Norden und Süden. Wodurch der Einfluſs der chemischen Elektricität auf die magnetischen Pole der Nadel controllirt, und auſser Zweifel gesetzt wird. — Auch kehrt die nach Eintauchung der Platten abgewichene Magnetnadel Augenblicks in ihre gewöhnliche Richtung zurück, wenn das Plattenpaar in Berührung gebracht, folglich die Zellen- (Ketten-) Eigenschaft aufgehoben wird.

233.

Es ist also die Einrichtung der chemischen Elektricität, der natürlichen und künstlichen, auf Eisen und Stahl (ihre Magnetisirung durch dieselbe), alsdann auf die Ablenkung der Magnetnadel von ihrer Richtung durch das Experiment augenscheinlich dargethan. — Ist aber mit der Nachweisung solcher chemisch elektrischen Wirkungen zugleich ein directer Beweis von der Idendität des Magnetismus und der Elektricität gegeben?

Auch vom Princip der chemisch elektrischen Erscheinungen, vom Elektro-Chemismus muſs gesagt werden: er ist wie die reine Elektricität „die allgemeine Naturkraft“ (= der dynamischen Dreieinheit); denn auſser ihr giebt es keine Kraft in der Natur. Allein die allgemeine Naturkraft äuſsert sich in den chemisch elektrischen Erscheinungen wesentlich anders, als in denen des Magnetismus. Der Magnetismus wirkt, wie gezeigt worden, in Form der Linie, und hält sich immer fest in der Materie (im Eisen und Stahl), in der er erregt wird. Hin-

gegen äufsert der Elektro-Chemismus sich räumlich (nach allen Dimensionen) und hält sich nicht in der Materie, in der er rege geworden; er sucht in der Umgebung seinen Gegensatz ausserhalb, und zwar mit der Schnelligkeit des Lichtes (Allgem. Dyn.).

Es waltet also auch zwischen der chemischen Elektricität und den Magnetismus eine wesentliche Verschiedenheit; und so ist dann auch in dieser Beziehung die Idendität des Magnetismus und der Elektricität nicht nur nicht erwiesen, sondern gerade „das Gegentheil ist durch directe Versuche dargethan."

234.

Diese Lehre tritt daher mit der des Akademikers v. Yelin in grellen Gegensatz. Wollte man aber, wie ich oben bemerkte, die Idendität des Magnetismus und der Elektricität auf ihr allgemeines Wesen beziehen: so würde man nur eine längst vorgetragene Lehre auffrischen: wodurch dann der Naturwissenschaft eben keine neue Förderung zugienge.

235.

Allerdings fragt man: „wie die allgemeine Naturkraft, als Elektro-Chemismus, den Magnetismus aus Eisen und Stahl hervorrufe, und nach welchen Gesetzen er die Richtung der Magnetnadel ablenke?" Es wurde aber schon mehrmalen bemerkt, dafs die chemische Elektricität oder besser „der Elektro-Chemismus" den Naturforschern noch fremd, und defswegen die ganze Gesetzmäfsigkeit seines Wirkens den Naturforschern noch verschlossen sei. Es ist daher nicht zu fordern, dafs jede Einzelheit der neuen

Erscheinungen ins Klare gezogen werde. Da aber der Elektro - Chemismus als dynamische Kraft (immanente Bewegungskraft) an die allgemeinen dynamischen Gesetze gebunden ist: so vermag doch „die Dynamik" die Hauptphänomene der erzählten allgemeinen bewunderten Versuche unter die Natur - Gesetze zu stellen, und sofern verständlich zu machen.

236.

Nämlich der Magnetismus ist im Starren schlafende Kraft; ersteht daher durch Erregung, und erscheint dann erregt vornehmlich in den Metallen und vorzugsweise im Eisen und Stahl bleibend als polarisirte Linie. Wirkt nun der Elektro - Chemismus aus den Wolken oder aus unsern Elektrisirmaschinen und Galvanischen Apparaten auf Eisen und Stahl: so ist die Wirkung cubisch erregend, und die schlafenden Kräfte erwachen nach allen Dimensionen, nach Länge, Breite und Tiefe. Da nun das Eisen der Erregung nach der Länge, vorzüglich empfänglich ist, und die durch Erregung aufgeweckte Differenz (Polarisirung) in der Linie gerne bleibt, so kann allerdings Eisen durch den Elektro - Chemismus magnetisirt werden.

Auf eine ähnliche Weise wird der Elektro - Chemismus durch die zwei entgegengesetzten Metallplatten im gesäuerten Wasser räumlich aufgeregt (Theorie des Galvanismus) und im Drathe, der über die Magnetnadel hingeht, fortgepflanzt. Wirken nun die dynamischen Kräfte in die Ferne: so wird schon überhaupt eine dynamische Einwirkung auf die Magnetnadel begreiflich. — Da aber nur Magnetismus auf eine Magnetnadel einwirken kann: so mufs der Elektro - Chemismus mit seiner Linienkraft (als magnetische

Seitenpolarität) die Pole der Magnetnadel ansprechen, und je nachdem das + M oder das — M vorherrscht, die Magnetnadel östlich oder westlich ablenken. — Ist der Drath unten durchgeführt: so wird der Pluspol (+ M), mit dem die Magnetlinie z. B. oben wirkt, nach unten gebracht, und sonach dieselbe Magnetnadel der Minuspol (— M) zugewandt. Wodurch allerdings eine Ablenkung nach der entgegengesetzten Richtung erfolgen muſs.

237.

Folgender Versuch mag das Vorgetragene noch beleuchten. Ich schiebe unter einem horizontalen Metalldrath, der an zwei Säulchen eines 14 Zoll langen Brettchens ausgespannt ist, einen Harzelektrophor von 1 Fuſs Durchmesser; auf dem Harzkuchen stelle ich das oben beschriebene hölzerne Stäbchen, das sich auf einer Spitze leicht bewegt, und drehe den Elektrophor so lange, bis der horizontale Drath mit dem Stäbchen parallel steht. Hierauf verbinde ich mit der Seite, wo das Stäbchen + E zeigt, die Kupferplatte und mit der andern Seite, wo das Stäbchen — E weiset, die Zinkplatte; tauche hierauf beide Platten unter salzsaures Wasser, und das polarisirte Stäbchen declinirt.

*) Das Experiment fordert Geduld, weil der über dem Harzkuchen gespannte Drath in der Wirkungssphäre desselben plus elektrisirt wird, sonach den obern Theil des Stäbchens (= — E) anzieht; alsdann auch das Stäbchen durch das Streben seines untern Endes (= + E) zum Harzkuchen (= — E) etwas gehalten wird.

238.

Es wirkt also der Elektro-Chemismus (die chemische Elektricität) gleichwie mit seiner Linienkraft auf eine Magnetnadel (auf eine polarisirte Linie), so auch mit seiner Flächenkraft auf die elektrisch polarisirte Fläche. — Es muſs daher mit Auszeichnung bemerkt werden, daſs der sogenannte Galvanismus (= Elektro-Chemismus)

in der einfachen Kette,
als wie in der zusammengesetzten (in Volta's Säule)

nach dreifacher Raumform das dynamische Leben in der Materie aufweise, das Linienleben, das Flächenleben und das Massaleben, und sonach sich als Magnetismus, als Elektricismus und als Chemismus kund gebe.

Gleichwie ein Magnetstein, der getrennt, zertrümmert oder zermalmet wird, in jedem Theile, ja in jedem Stäubchen, den ganzen Magnetismus zeigt: so stellt die einfache galvanische Kette, die Dreieinheit der dynamischen Thätigkeit in der dreifachen Raumform, den ganzen Elektro-Chemismus, dasselbe ewige Wesen in seiner ewigen Form vor Augen.

Hierdurch ist auch die chemische Elektricität „der Elektro-Chemismus" als eine ganz eigenthümliche höchst bedeutsame dynamische Naturthätigkeit erkannt und bestimmtest charakterisirt! (M. Abh. Der Galvanismus und Theorie desselben. München 1815. N. 36.)

C.

Vom cubischen Leben der materiellen Natur.

(*Vom chemischen Procefs.*)

239.

Das gesamte Naturleben besteht im Hervorgehen dynamischer Differenzen aus der Indifferenz und im Zurückstreben der Differenzen in die Indifferenz (Allgem. Dyn. 49. 5.). So zeigt sich das Naturleben wirklich im Magnet und in der Elektricicät (vorherg. Abh. etc.) dort linearisch hier flächlich. Es fehlt noch zur Vollständigkeit des gesamten Lebens der materiellen Natur, das Leben in Form der Tiefe, „das räumliche Naturleben," das nach allen Dimensionen, „das cubische." Das räumliche Naturleben finden wir im chemischen Procefs, das ist, in jenem Vorgange,

> wo räumliche Differenzen aus der Indifferenz hervorgerufen werden, und diese dann wieder in die räumliche Indifferenz zurückstreben.

Dieses erfolgt für die empirische Anschauung durch „Trennung" der Materien und durch „Verbindung der Getrennten" auf eine Weise, die von der mechanischen ganz verschieden ist.

*) Chemisch stammt von Chemie, welche, nach meiner Sprache, eine Wissenschaft ist, die

materiellen Dinge in ein solches Verhältniſs zu setzen, daſs sich räumliche Indifferenzen differenziren, und dann die Differenzen wieder zurückkehren in neue Indifferenzen, oder (üblicher) „Chemie" ist die Wissenschaft, die Materien (die materiellen Substanzen) ganz unmechanisch zu trennen, und das Getrennte zusammen zusetzen. — Man macht von der Chemie verschiedene Anwendungen; da erhält die Eine Chemie verschiedene Beinamen. So spricht man von einer pharmaceutischen, technischen, ökonomischen u. a. Chemie. — Es wird die Chemie auch aus verschiedenen Zwecken behandelt. Hat man vorzüglich die Absicht, die Naturkenntniſs zu befördern und zu erweitern, alsdann den chemischen Proceſs und die chemischen Phänomene als Naturerscheinungen zu betrachten und sie zu erklären, so heiſst sie physische Chemie. „Die physische Chemie" ist hier Gegenstand unserer Abhandlung.

240.

Die Bedingung, unter welcher die dynamischen Gegensätze in Wechselwirkung kommen, ist die Berührung (Allg. Dyn. 69.). Ein chemischer Proceſs ist daher nur möglich, wenn dynamisch entgegengesetzte Materien sich einander räumlich (cubisch) berühren. Es können aber vorzüglich Flüssige sich räumlich berühren, denn man kann sie zusamm n schütten. Alsdann können die Flüssigen in die Zwischenräume der Festen eindringen, und so sich in die Tiefe senken. Diesemnach können nur Flüssige (dahin ge-

hören Dämpfe und die Luftarten) chemisch trennen und eine chemische Zusammensetzung bewirken.

*) Diese Wahrheit war schon den Alten ein bekannter Erfahrungssatz, daher ihr Ausspruch: „corpora non agunt nisi soluta."

**) Der Zustand der Flüssigen ist nicht ursprünglich; er ist von der immateriellen Natur abhängig. Die Flüssigen „sind durch die Wärme flüssig gemachte Materien." Auch wurzeln noch anderweitig die chemischen Erscheinungen in der Wärme. Die Wärme (die cubisch freie Expansion) bedingt daher durchweg die chemischen Processe (Allgem. Dyn. 91. 92.).

241.

Erfolgt eine Trennung chemisch, so kann sie so geschehen, daſs Theile zum Vorschein kommen, welche vom Ganzen nur der Gröſse nach, oder in solche, welche vom Ganzen auch der Qualität nach verschieden sind. Z. B. Wasser kann in Dunst und Dampf gelöset, oder in Wasserstoff und Sauerstoff getrennt werden. Dunst und Dampf sind immer noch Wasser: die Trennung einer Wassermasse in Dunst und Dampf heiſst daher eine Trennung in gleichartige Theile (partes similares), und wird Auflösung (solutio) genennt. Hingegen ist die Trennung des Wassers in Wasserstoff (Hydrogen von ὕδωρ und γεινομαι) und Sauerstoff (Oxygen von οξυς und γεινομαι) eine Trennung in Dinge (Stoffe), die nicht mehr Wasser, sondern vom Wasser ganz verschieden

sind. Die Trennung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff ist daher eine Trennung des Wassers in ungleichartige Theile (in partes dissimilares) und wird bezeichnet Zersetzung (Scheidung, analysis chemica). Auf dieselbe Weise kann auch die Zusammensetzung aus gleichartigen oder ungleichartigen Theilen hervorgehen. Die Zusammensetzung aus gleichartigen Theilen wird genennt Mengung (Anhäufung, adgregatio); hingegen die Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilen Mischung (synthesis chemica). Werden die Dämpfe zu Wasser vereint, so heifst die Vereinigung (Zusammensetzung) eine Mengung; verbindet man dagegen Hydrogen und Oxygen zu Wasser, so heifst die Zusammensetzung chemische Mischung.

*) Die Veranstaltung chemische Auflösung und chemische Zersetzung, oder chemische Mengung und chemische Mischung hervorzubringen benennt man eine chemische Operation (ein chemisches Experiment). Zu den chemischen Operationen braucht man verschiedene Werkzeuge und Apparate, welche „das chemische Geräthe" genennt werden. Dergleichen Werkzeuge sind Phiolen, Kolben, Retorten (aus Glas, Porzellan u. a.) Reibschalen (aus Stein, Glas u. a.), Siebe, Trommelsiebe; Seihzeug (filtrum) u. a. Mörser (aus Metall u. a.) Schmelztiegel (aus Erden, Silber, Platin u. a.) Oefen, Windöfen, Kapellöfen u. s. w.) — Der Ort, wo diese Geräthschaften aufbewahrt, und die chemischen Operationen angestellt werden, heifst Laboratorium chemicum. M. s. Schreger Beschreibung der chemischen Geräthschaften. 3 Bände. Fürth 1802.

**) Die chemischen Operationen fordern groſse Genauigkeit, öftere Wiederholung, scharfe Beobachtungsgabe, Unbefangenheit und Umsicht. Auch sind überall Bestimmungen nach Maſs und Gewicht nöthig. Daher muſs der Chemiker auch Mathematiker sein, und eine groſse Fertigkeit im Wägen haben. — In der Chemie wiegt man nach dem Apothekergewicht. Demzufolge hält ein (℔) zwölf Unzen; eine Unze (℥) acht Drachmen; eine Drachme (ʒ) drei Scrupel; eine Scrupel (℈) zwanzig Gran (Gr.). Die Wage soll sehr richtig und empfindlich sein. Vorzügliche Wagen sind unter anderen die kleinere Chemikal-Wage und die gröſsere mit conischen Hohlbalken (von Körner in Jena).

242.

Ist Chemie die Wissenschaft, die Materien ohne mechanische Arbeit zu trennen und die getrennten von Neuem zu verbinden (223. *): so lassen sich „die Hauptoperationen der Chemie" auf folgende bringen,

auf Auflösung und Zersetzung,
alsdann auf Mengung und Mischung.

*) Die Physik hat nun von diesen Operationen Bericht zu geben, und die dabei vorkommenden Erscheinungen zur Verständniſs zu bringen (239. *). Die Aufgabe der Physik ist dadurch bestimmt angegeben; von ihr wird gefordert, das vor Augen liegende zu deuten „die chemische Natursprache auszulegen." Aber eben die Deutung und Auslegung der chemischen Erscheinun-

gen läſst schwer; denn die menschliche Wissenschaft erstreckt sich nur auf das allgemeine Wesen der Dinge und auf die allgemeinen Gesetze der Natur; die besondern Wesen müssen sich mit ihren Gesetzen selbst offenbaren, sich also selbst deuten und auslegen (8. *). Da aber die chemische Offenbarung immer wieder in Stoffen besteht, die wohl neu sein können, aber immer Erscheinungen vom bestimmten Kräfteverhältniſs darstellen, das zu erschauen keinen Menschen gestattet ist, so sieht sich bei chemischen Erscheinungen und bei Bestimmung chemischer Gesetze die Naturwissenschaft vielseitig begränzt! (Man vergleiche: Historisch-kritische Darstellung der Stöchiometrie von Bischof in seinem Lehrbuch der Stöchiometrie etc. Erlangen 1819.).

Chemische Auflösung.

243.

Die chemische Auflösung ist die Trennung einer materiellen Substanz in gleichartige Theile durch ein Flüssiges, und innige Verbindung der getrennten Theile mit dem Flüssigen (240 - 245.). Wird z. B. Salz *)

*) Salze sind mineralische Körper, vom Wasser auflöslich, unendzündlich und Geschmack erregend. Man unterscheidet dreierlei Classen der Salze, saure, kalische

mit Wasser begossen, so trennt das Wasser die Salztheilchen und verbindet sich nach und nach mit denselben; die Trennung geschieht in gleichartige Theile, denn das Wasser schmeckt gesalzen,

und Mittelsalze. — „Saure Salze" schmecken sauer, röthen gewisse blaue Pflanzensäfte und verbinden sich begierig mit Kalien. Die Säuren sind Mischungen aus einem Stoff, welcher Grund der Acidität ist, und Säure erzeugender Stoff, Oxygen (241.) genennt wird, alsdann aus einem Stoff, der der Säurung fähig ist, und Basis oder Grundlage heifst. Da diese in verschiedenen Graden mit Sauerstoff beladen sein kann, so bezeichnet man die Säurungsstufen mit Halbsäure (wenn die Säure noch nicht merkbar ist), Saures (wenn die Säure schon vorschlägt), Säure (wenn die Basis mit Oxygen ganz erfüllt ist), übersaure Säure, wenn im Gemische mehr Sauerstoff ist, als zur Säure erfordert wird. — „Kalien" (Alkalien) (von der Pflanzen Kali) verursachen auf der Zunge einen brennenden Geschmack, färben gewisse blaue Pflanzensäfte grün, und geben mit Fett verbunden Seife. Man unterscheidet Pflanzenkali, auch vorzugsweise Kali (potassinum), Mineralkali (natrum, soda) und das flüchtige Kali (Ammoniak). — „Mittelsalze" sind Mischungen aus Säuren und Kalien. Geschieht die Mischung der Säuren und Kalien so, dafs weder die Säure noch das Kali vorschlägt, so entsteht ein Salz, welches ein vollkommenes Mittelsalz (Neutralsalz) heifst; im entgegengesetzten Falle, wo entweder die Säure oder das Kali vorwaltet, wird das Mittelsalz ein unvollkommenes genannt. — Säuren und Alkalien erweisen sich als chemische (räumliche) Gegensätze und das Neutralsalz ist die chemische Indifferenz, in welche die Säure ($= - C$) und das Kali ($= + C$) hinstreben.

und die Verbindung der Salztheilchen mit dem Flüssigen erfolgt innigst; denn jeder Tropfe ist salzigt, und das Wasser bleibt durchsichtig.

*) Bei der chemischen Auflösung gehen demnach zwei Stoffe, deren jeder für sich besteht, in ein Gemeinbestehen über, und geben ein Product von Qualitäten, die weder dem einen noch dem andern allein, sondern beiden in ihrer Verbindung eigen sind. Im vorliegenden Fall entsteht ein Flüssiges, das weder Wasser noch Salz, sondern Beides zugleich ist.

**) Die Auflösungen mit Wasser sind Auflösungen auf nassem, die ohne Wasser (durch Materien, welche das Feuer erst flüssig macht) Auflösungen auf trockenem Wege.

***) Das Flüssige, welches auflösend wirkt, heißt ein chemisches Auflösungsmittel.

****) Es können auch Flüssige durch ein Flüssiges chemisch aufgelöst werden, z. B. Wasser durch Weingeist, u. s. w.

*****) Die chemische Auflösung begleitet durchweg chemische Verbindung, vermöge des Begriffs und der Erfahrung (243.); bloß bringen wir bald die Auflösung bald die Verbindung vorzüglich in Betracht.

244.

Obgleich nirgends eine mechanische Potenz wahrnehmbar ist, welche die chemische Auflösung bewirken könnte, so fingirten die Physiker dennoch dergleichen Potenzen. So z. B. waren ihnen die Theile

des Auflösungsmittels kleine Keile, die in die Zwischenräume der Festen eindringen, u. s. w. Allein aufserdem, dafs solche Keilchen willkührlich angenommen sind, so sind sie ohne einen andern Einflufs, für sich, ganz unwirksam. Und das gilt von jeder mechanischen Ursache, zu der man seine Zuflucht nehmen mag. Sagt man, der Druck der Luft treibe die Keilchen in die Zwischenräume der Körper hinein, dafs sie dann ihre Theile trennen: so ist dagegen, dafs auch im luftleeren Raume die chemische Auflösung erfolge. Es ist daher ein mechanischer Grund zur Erklärung der chemischen Auflösung weder reell noch zureichend, mithin nicht wahr (8. ***).

Nur die Dynamik bietet einen reellen und hinreichenden Erklärungsgrund der chemischen Auflösung. Dieser Grund ist das wechselweise Streben zweier dynamisch entgegengesetzter Materien zur Vereinigung, das so grofs ist, dafs es die Cohärenz der festen Materie und die Schwehre derselben überwältigt. Denn in diesem Falle müssen die Theile der festen Materie von einander gehen, und sich mit dem Auflösungsmittel in innige Verbindung setzen (sich zur Einheit verknüpfen), sich allmälig durch dasselbe vertheilend.

*) Die Flüssigen sind cohärenzlos (26.); in ihnen ist aber ein Streben nach Kugelgestalt (67.). Dieses Streben ist Widerstand gegen ein Auflösungsmittel. Es wird daher dann die Auflösung eines Flüssigen erfolgen, wenn das wechselweise Streben zweier Materien zur Vereinigung so grofs ist, dafs das Streben nach Kugelgestalt des einen und die Schwere seiner Theile überwunden wird.

**) Die Realität dynamischer Gegensätze bei der chemischen Auflösung erhellet daraus, daſs die verschiedenen festen und flüssige Materien, Erscheinungen dynamischer Gegensätze, mithin diese wie jene reell sind (7. 8.).

245.

Gieſst man ein Auflösungsmittel auf Körper, die man vorher zerstückelt hat, z. B. auf zerstoſsenen Kalchstein, zerraspeltes Metall, u. s. w.: so geht die Auflösung viel schneller von statten, als wenn auf einen unzerstückelten Körper (auf ein Stück Stein oder Metall) ein Auflösungsmittel gegossen wird. Zertheilt man nämlich einen Körper, so vergröſsert sich seine Oberfläche, und mit dieser mehrt sich die Anzahl der Berührungen (also auch die Strebung entgegengesetzter Theile); alsdann dringt das Auflösungsmittel leichter, mithin auch geschwinder ein; überdieſs ist der Cohärenzwiderstand schon gröſstentheils aufgehoben: es muſs daher die Auflösung allerdings schneller erfolgen.

Auch die Wärme befördert und beschleunigt die chemische Auflösung. Heiſser Thee löset den Zucker schneller auf, als ein laulichter, u. s. w. Die Wärme ist nämlich cubisch freie Expansion (Allg. Dyn. 91 — 93.), welche dann bei den Festen der Cohärenz und Schwere, und bei den Flüssigen der Kugelgestalt und Schwere widerstrebt, sonach das wechselweise Streben der Gegensätze zur Vereinigung erleichtert.

246.

Die chemische Auflösung hat ihre Gränzen. Ist das Auflösungsmittel nicht mehr vermögend, einen

Stoff aufzulösen, so sagt man: das Auflösungsmittel ist gesättigt. Der Zustand also, worin ein Auflösungsmittel nicht ferner mehr von demselben Stoff in sich aufzunehmen vermag, ist die chemische Sättigung. Dem wechselweisen Streben zweier Gegensätze zur Vereinigung widerstrebt nämlich (bei Körpern) immer die Cohärenz der Theilchen und ihre Schwere; (bei Flüssigen) die Schwere der Theilchen und ihre Kugelgestalt; kommt nun dieses Widerstreben dem Streben zur Vereinigung gleich: so kann eine weitere Auflösung nicht mehr statt haben (Actio und Reactio erschöpfen sich einander).

*) Da sich im Zustande der Sättigung zwei dynamische Gegensätze zur Einheit verbinden, so ist diese Einheit eine dynamische Indifferenz. Weil aber alle dynamischen Indifferenzen nur relativ sind: so ist klar, dafs ein mit dem Stoff A gesättigtes Auflösungsmittel wohl noch einen Gegensatz mit einem andern Stoff B bilden, und sonach noch immer einen Theil von B auflösen könne.

**) Die Sättigung der ganzen Masse eines Auflösungsmittels, z. B. des Wassers mit Salz geschieht allmälig, wenn das Gemenge ruhig steht. Die Wassertheilchen, welche das Wasser unmittelbar berühren, werden zuerst gesättigt, die angränzende Wasserschichte entzieht diesen einen Theil des Salzes, die dann den Abgang wieder ersetzen u. s. f. bis nach und nach das Salz durch das ganze Auflösungsmittel, bis auf den Sättigungsgrad vertheilt ist. — Wird das Auflösungsmittel mit dem Auflöslichen gerührt (bewegt), so kommt eine grofse Menge des

Auflösungsmittels mit dem Auflöslichen in unmittelbare Berührung. Die Auflösung muſs daher schneller vor sich gehen.

247.

Die räumlich entgegengesetzten Materien nennt man chemisch verwandt. Die chemische Verwandtschaft (adfinitas chemica) ist daher das Verhältniſs der Materien (Stoffe), vermöge welchem sie sich einander dynamisch und zwar räumlich entgegengesetzt sind, sonach sich zu einander verhalten $= + C : - C$. Da nun nur Gegensätze zur Vereinigung streben: so können nur verwandte Stoffe sich mit einander vereinigen; aber eben darum können auch nur verwandte Stoffe eine chemische Auflösung bewirken.

*) Wasser löset keinen Kiesel auf, und geht mit Oelen keine räumliche Verbindung ein, weil sie nicht verwandt sind.

248.

Da die Verwandtschaften so viele dynamische Verhältnisse sind, so beruhen sie lediglich auf dem Vorherrschen einer Kraft über die andere (der expansiven Thätigkeit über die contractive oder dieser über jene). Dieses Vorherrschen hat aber Grade, die ins Unendliche wachsen und abnehmen können (8.). Es erhellet daher, daſs die dynamischen Gegensätze eine unabsehbare Stufenleiter geben können. Die Erfahrung weiset auch mehrere Stufen dieser Leiter (Verwandtschaftstafeln) bereits

nach. Schon im vorigen Jahrhundert haben sich Geoffroi (1718), Gellert (1750) und Mehecc (1762) hierin verdient gemacht.

*) Auf den Verwandtschaftsgraden stützt sich der Ausdruck von „Wahlanziehung," welchen Bergmann gebraucht hat für Erscheinungen, zu denen folgende zu rechnen ist. Löset man reine Kalcherde (gebrannten Kalch) in reinem Wasser auf, und gieſst dann in das klar gewordene Wasser Weingeist: so fangen die Kalchtheilchen sogleich an, sich vom Wasser abzusondern, und fallen als feiner Staub zu Boden. Das Wasser hat nämlich mit Weingeist eine gröſsere Verwandtschaft als mit Kalcherde, wendet daher ihr Einigungsstreben zu dem Weingeist (trifft in der Anziehung gleichsam eine Wahl), wo dann die Kalchtheilchen vom Wasser nicht mehr gehalten, durch ihr eigenes Gewicht niederfallen.

**) Die Verwandtschaft, wobei zwei Vereinigungsstoffe durch den Beisatz eines dritten abgesondert werden, wird einfache Verwandtschaft genennt. Doppelt ist die Verwandtschaft, wenn zwei mit einander verbundene Stoffe durch den Zusatz zweier anderer mit einander verbundener so getrennt werden, daſs zwei neue vorhin nicht vorhandene Mischungen entstehen. Z. B. mengt man eine Auflösung von salzsaurem Kalch und schwefelsaurem Natrum unter einander, so ergiebt sich das Phänomen einer doppelten Verwandtschaft: es gehen hervor salzsaures Natrum und schwefelsaurer Kalch.

***) Manchmal wird die Verwandtschaft zwischen zweien Dingen durch ein drittes vermittelt.

So werden z. B. Wasser und Oel mittelst des Kali (welches das Wasser auflöst, eine Lauge wird) mit einander verwandt. Dieser Vorgang heifst nach Wiegleb die Anneigung und das vermittelnde Salz, das Anneigungsmittel.

249.

Arten chemischer Auflösung sind 1. Die Extraction. 2. Die Sublimation. 3. Die Abdampfung. 4. Die Destillation.

250.

1. Extraction (Ausziehung) ist jene Operation, wobei das Auflösungsmittel einen Körper nicht ganz, sondern nur zum Theile, blofs einige Theile (z. B. Leim aus Fleisch, Harz aus Pflanzen) auflöst. Hieher werden gerechnet a) die Auslaugung. b) Die Verquickung. c) Die Aufgiefsung. d) Die Digestion.

a) Die Auslaugung (elixiuatio) ist jene Operation, wodurch mittelst des Wassers das Kali aus der Pflanzenasche gezogen wird. Das mit Kali beladene Wasser heifst dann die Lauge (lixiuium). Je reiner das aufgelöste Alkali ist, desto stärker ist die Lauge. Mit Kalch vermischte Lauge liefert die Seifensiederlauge.

b) Die Verquickung (amalgamatio) ist die Ausziehung der Metalle *) vornehmlich der edlen, mittelst

*) Metalle nehmen sich durch Undurchsichtigkeit, Gewichtigkeit, Dehnbarkeit, Schmelzbarkeit und einem eigenthümlichen Glanze besonders vor andern Körpern aus

des Quecksilbers aus den Erzen. Aufser dem Gold und Silber zieht Quecksilber, Zinn, Blei, Wismuth und Zink leicht aus. Die Verbindung eines Metalls mit Quecksilber giebt eine glänzende,

Man findet die Metalle meistens mit andern Materien, als da sind Schwefel, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Erden etc. vermischt und heifsen sofern Erze oder Minern. Gediegen (ganz fertig und rein) trifft man die Metalle (zumal die edlen) selten an; oft ist sogar das Gediegene von einem andern Metall verhüllt (verlarvt). Bereits kennt man vielerlei Metalle. Nachstehende 19 Arten sind für den Physiker besonders merkwürdig; sie stehen hier nach ihrer Gewichtigkeit geordnet:

Platinum	20,980	bis	21,740
Gold	19,361	—	19,640
Wolfram		—	17,400
Quecksilber	13,6[illegible]0	—	14,100
Blei	11,345	—	11,450
Silber	10,474	—	10,552
Wismuth	9,656	—	9,922
Kupfer	8,700	—	9,000
Nickel	8,279	—	8,666
Molybden	8,490	—	8,636
Arsenik		—	8,310
Eisen	7,700	Stahl	7,929
Kobalt	7,000	bis	7,811
Zinn	7,216	—	7,331
Uran		—	7,500
Zink	6,862	—	7,215
Spiefsglanz	6,702	—	6,860
Manganesium	6,850	—	7,000
Tellur			6,115.

Vom höchsten Werthe im gemeinen Leben sind Gold, Silber und das Platinum, darum erhielten sie den Namen „edle Metalle.“

weiſse, weiche, teigartige Masse, welche Amalgama genennt wird.

c) Die Aufgieſsung ist eine chemische Operation, wobei man ein Auflösungsmittel (destillirtes Wasser, kalt oder heiſs) auf Pflanzen oder Thierstoffe gieſst, um einige Theile derselben aufzulösen: daher Thee-, Kaffee-, Hopfen-Aufguſs etc. — Kalter Aufguſs muſs 12 bis 24 Stunden lang (auch noch länger) stehen, bis die auflöslichen Theile ausgezogen sind (245.). — Bei fixen Theilen (oder Stoffen) wird das Auflösungsmittel, welches aufgegossen wird, noch eine kürzere oder längere Zeit gesotten, und da heiſst die Operation das Absieden. Bei Fleisch ist ein längeres Sieden nöthig, um eine gute Fleischbrühe zu erhalten, u. s. w. Nach der Beschaffenheit des Auflösungsmittels nennt man die Aufgieſsung wässerigte oder geistige: darnach die Ausdrücke extractum aquosum und spirituosum (Tincturen und Essenzen) zu deuten sind.

d) Läſst man den Aufguſs bei einer mäſsigen Wärme eine Zeit lang stehen, so heiſst die Anstalt, das Auflösungsmittel länger mit den auflöslichen Stoffen in Berührung zu erhalten, die Digestion (das Digeriren).

*) Da das Ausziehen eine Auflösung gewisser Stoffe durch ein Auflösungsmittel, und die Verbindung der aufgelösten mit demselben ist, so ist diese Operation der chemischen Auflösung überhaupt ganz analog: sie hat daher denselben Erklärungsgrund. Nur verwandte Stoffe bewirken eine Auflösung und die Verbindung der aufgelösten zur Einheit (232.). Sind daher in einem Gemische nur einige Theile mit dem Auflösungs-

mittel verwandt, so können auch nur einige, und zwar nach dem Verwandtschaftsgrade, bald bei einer kleinern, bald bei einer gröſsern Temperatur aufgelöst werden (248).

251.

2. Sublimation ist jene chemische Operation, wodurch einige Theile der Festen (der Körper) durch Einfluſs der Wärme in die Höhe getrieben, und irgendwo an kühle Flächen abgesetzt werden. Das, was durch diese Operation empor getrieben und angesetzt wird, heiſst Sublimat.

Stoffe, die sich aus einem Körper durch die Wärme scheiden und in die Höhe treiben lassen, nennt man flüchtig. Man stellt die Sublimation gewöhnlich in gläsernen Kolben an. Bei gewissen Materien, z. B. bei Zinnober genügt ein Stöpsel auf die Oeffnung, indem sich die gehobenen Theile schon am Halse des Kolben anhängen. Bei schwefelartigen und andern flüchtigen Stoffen ist auf den Kolben ein Helm (ein blinder, einer ohne Schnabel) aufzusetzen.

Zu den Stoffen, die sich sublimiren lassen (sublimabel sind) gehören unter den Mineralien Quecksilber, Metalle, entzündliche Materien u. s. w., unter den Vegetabilien sind vornehmlich Kampfer und gewisse Salze, unter den Animalien Harnphosphor und die daraus bereiteten Salze der Sublimation fähig.

Ist ein Körper wenig flüchtig (feuerbeständig), so kann er durch einen flüchtigen Beisatz, der ihm verwandt ist, sublimirt (flüchtig gemacht) werden. Im Gegentheile kann man die flüchtigen Theile durch feuerbeständige, die ihnen verwandt sind, fest

halten, daher die Ausdrücke „volatisari und fixari.“

Sind die sublimirten Theile pulverigt und zart, so nennt man sie Blumen, z. B. Schwefelblumen.

252.

Die Erscheinungen der Sublimation beziehen sich
auf die Trennung der Theile eines Festen durch die Wärme,
auf Emporhebung derselben,
und auf das Anhangen der erhobenen an den Wänden der Sublimirgefäſse etc.

Die Wärme = räumlich wirkende Expansion widerstrebt der Cohärenz, und überwältigt sie gar, wenn die Hitze gesteigert wird (Allg. Dyn. 92.). Wird die Hitze noch mehr vergröſsert, so wächst die Expansion so, daſs sie den Druck der Luft, welche auf dem Starren liegt, und die Schwere seiner getrennten Theilchen überwältigt, und diese in die Höhe treibt. Kommen dann die warmen Theile in Berührung mit den kalten Flächen der Gefäſse oder anderer Körper, so erschöpft sich die Wärme durch Erregung derselben, wo hernach die Theile ihrer Expansion (Flüchtigkeit) verlustigt, an der Oberfläche anhaften (56.).

Es geschieht also bei der Sublimation die Auflösung eines Körpers, und die Emporhebung der gelösten Theile durch erhöhte Wärme, alsdann das Hangenbleiben der getrennten, gehobenen und abgekühlten Theile durch Adhäsion.

*) Stoffe, die bei keinem Grad von Hitze sublimirt werden, widerstreben mit ihrer Cohärenz

jeder Hitze, und erweisen sich daher feuerbeständig. Verbinden sich aber die fixen Theile mit anderen ihnen Verwandten, deren Cohärenz durch die Hitze bezwungen wird, so ist abzusehen, daſs sie können flüchtig gemacht werden.

253.

3. Die Abdampfung. Bringt man ein Flüssiges, z. B. Wasser in ein Gefäſs aus Porzellan, Glas u. d. gl., welches weder hoch noch enge ist über das Feuer, so trennen sich die Theile, wenn das Flüssige südheiſs wird, von einander, gehen in zarten Wölkchen in die Luft über, und setzen sich mit dieser in engste Verbindung. Nun eben die Operation, wobei durch Wärme ein Flüssiges aufgelöst, und in sehr feinen Theilchen in die Luft übertragen wird, heiſst die Abdampfung. Die durch Wärme aufgelösten und empor getriebenen Theile eines Flüssigen werden Dämpfe genennt.

*) Werden Körper, z. B. feuchte Erde, Metalloxyde u. s. w. durch Wärme von ihren feuchten Theilen befreit (ausgetrocknet), so giebt man der Operation den Namen „Exhalation."

254.

Da bei dieser Operation die Wärme das Flüssige wie vorhin das Starre räumlich expandirt: so wird das Streben der Flüssigen nach Kugelgestalt, die Schwere ihrer Theile, und der Druck der Luft, welche auf denselben liegt, überwältigt, sonach wird das Flüssige in Dämpfe aufgelöst, und in die Höhe getrieben. Die Luft

bildet, wie anderswo gezeigt wird, mit den Dämpfen einen Gegensatz, und setzt sich denn mit denselben in enge Verbindung. — Daher mufs mit Verstärkung der Hitze die Abdampfung schneller geschehen; mit der Gröfse der Oberfläche des Flüssigen zunehmen, im Zuge der Luft, die an die Stelle schon gesättigter Luft eine frische führt, stärker sein, als bei ruhiger Luft, u. s. w.

*) Im luftleeren Raume ist von den Dämpfen kein Luftdruck zu überwinden, daher reicht eine niedere Temperatur schon hin, die Abdampfung zu bedingen (die Erscheinung des Siedens unter Dampfblasen zu geben).

**) Abdampfung ist mit „Ausdünstung" nicht zu verwechseln. Die Ausdünstung ist „ein Flächenprocefs," wobei dann auch die Electricität mit im Spiele ist. Die Ausdünstung findet schon bei der gewöhnlichen Temperatur statt, da die Abdampfung Siedhitze fordert. Bei der Abdampfung werden Dämpfe in der ganzen Wassermasse, welche durch die Hitze durchdrungen wird, erzeugt, da die Dünste nur an der Oberfläche entstehen, u. s. w. — Durch Ausdünstung des Wassers werden Salzlaugen, Aufgüsse und Absüdte relativ immer mehr entwässert, und dadurch in die Enge gebracht (concentrantur); durch eine weit getriebene Entwässerung eingedickt (inspissantur) endlich gar eingetrocknet.

255.

Die Erfahrung lehrt, daſs die Dämpfe durch hinlängliche Abkühlung wieder tropfbar ein Flüssiges werden; dieses hat zu einer Vorrichtung geführt, wobei die Dämpfe in ein kaltes Gefäſs geleitet, und in diesem dann zu Tropfen verdichtet, als ein Flüssiges ablaufen und gesammelt werden. Diese Vorrichtung ist

4. Die Destillation vom Destillare, Abtröpfeln, also benennt. Wo dann das aus Dämpfen entstandene Flüssige Destillat genennt wird.

Die Geräthschaft zur Destillation, welche aufsteigt, besteht aus drei Theilen. Das Flüssige und das, was beigesetzt wird, liegt im Bauche eines (gläsernen) Kolben, dessen Hals senkrecht steht (im Groſsen in der Blase). Auf dem Hals des Kolben schlieſst genau der Hals des (gläsernen, kupfernen) Helmes oder Hutes (alembicus), der die Gestalt eines abgekürzten Kegels hat, und mit einem gewölbten Boden, den kaltes Wasser berührt, geschlossen ist. Unten befindet sich innerhalb des Helmes eine Tropfrinne, in welcher das vom Gewölbe abtröpfelnde Flüssige sich sammelt, und von der eine Röhre (der Schnabel) unter einem Winkel von 45° schräge herab geht, und das Flüssige in ein Gefäſs (Vorlage, excipulum) führt.

*) Für die minder flüchtigen Flüssigen bedient man sich der schrägen oder seitwärts gehenden Destillation (destillatio obliqua, ad latus). Das Geräthe besteht nur aus einem Kolben, aus dessen Bauche der Hals oben seitwärts heraus tritt, dann mit sanfter Krümmung schräg abwärts bis zur Vorlage reicht.

**) Das Entweichen der Dämpfe durch die Fugen zu verhindern bedient man sich einer Kitte. (Woulfe's Geräthschaft).

256.

Die Destillation ist, wie es erhellet, nichts anderes, als eine Abdampfung in verschlossenen Gefäfsen, hat daher dieselbe Erklärung. Die Wärme trennt das Flüssige in seine Theile und treibt sie in die Höhe, wo sie sich dann an kalten Flächen, durch Erregung derselben, abkühlen, sich einander wieder suchen, in Tropfen zusammenrinnen, und vermöge ihrer Schwere in die Tropfrinne, und von dieser in die Vorlage herabfallen.

*) Die Flüssigen, welche durch die Destillation in der Vorlage gewonnen werden, erhalten nach ihrer Beschaffenheit verschiedene Namen. Das Wasserähnliche wird Phlegma, das Salzige Geist u. s. w. genennt.

**) Auch benennt man die Destillation von besondern Umständen her verschieden. Wird Wasser oder irgend ein anderes Flüssige auf einen Körper gegossen, dann destillirt, so nennt man die Arbeit das Abziehen. Giefst man das Destillat auf einen frischen Körper derselben Art, und destillirt es abermal, so heifst die Verrichtung das Cohobiren. Wird eine Destillation mit demselben Destillat wiederholt, um bei gelinder Wärme freiere, reinere und geistigere Theile zu erhalten, so nennt man dieselbe das Rectifiren; daher die rectificirten Geister (spiritus rectificatus und rectificatissimus, welchen man den Alkohol nennt). U. s. w.

Chemische Zersetzung.

257.

Die chemische Zersetzung ist die Trennung einer Materie in ungleichartige Theile (241.). Wir haben solche Zersetzungen anzuführen, die für die Naturkenntniſs wichtige Resultate geben (239. *), dergleichen sind:

1. Die Zersetzung der gemeinen (atmosphärischen) Luft,
2. die des Wassers,
3. weitere Zersetzungen, wobei Luftarten erzeugt werden,
4. die Verbrennung, und
5. die Oxydirung der Metalle.

258.

1. Zersetzung der atmosphärischen Luft. Die Luft, welche uns überall umgiebt, in der wir athmen und leben, heiſst die gemeine (atmosphärische) Luft. Die Alten rechneten die gemeine Luft zu den Elementen (unzerlegbaren Stoffen). Allein nach neuern Versuchen ist es entschieden, die Luft sei eine Mischung aus zwei Stoffen, aus Stickstoff und Sauerstoff. Die Versuche, welche unter andern Lavoisier hierüber angestellt, sind folgende:

1. Man bringt in eine Retorte A (Fig. 25. Taf. II.), die ungefähr 36 Cubikzoll hält, und deren Hals wie abc gekrümmt ist, vier Unzen sehr reines Quecksilber. Die Retorte wird auf den Ofen BB gestellt, und ihre

Mündung e unter eine Glocke D, welche in einer Wanne mit Quecksilber steht, gebracht. Man schiebt eine andere gekrümmte Röhre unter die Glocke D, und saugt mittelst derselben die Luft aus ihr an sich so, daſs der Druck der Atmosphäre das Quecksilber bis d d hebt. Diese Höhe wird bemerkt, und zugleich der Stand des Thlibometers und Thermometers beobachtet.

Die Luft in der Retorte A, ihrem Halse a b c, und in der Glocke D beträgt (wie wir nach Lavoisier setzen), 50 Cubikzoll bei einer Thlibometerhöhe von 28 Zoll und Thermometerstand + 10°.

Nun wird Feuer angemacht, die Retorte A beinahe bis zum Aufsieden des Quecksilbers erhitzt, und dieser Grad der Hitze möglichst gleich zwölf Tage hindurch erhalten.

Der Erfolg dieses Versuches ist: a) Ein Theil des Quecksilbers wird ganz verändert. Man erhält ein rothes Quecksilberoxyd, das aufs fleiſsigste gesammelt 45 Gran wiegt. b) Der Umfang der Luft ist bei demselben Luftdrucke und bei derselben Temperatur nur noch 42 bis 45 Cubikzoll, daſs also die Luft an Umfang beinahe ein Sechstel verloren. c) Das Quecksilberoxyd wird gewichtiger erfunden, gerade um so viel, als die Luft an Gewicht abgenommen. d) Die übrige Luft ist untauglich zum Athmen der Thiere, und zum Brennen einer Flamme.

*) Die gemeine Luft erlitt also wirklich während des Processes eine Zersetzung in einen Stoff, welches das Quecksilber oxydirt (in Sauerstoff), und in einen Rückstand, der sich auf die Thiere tödtend und auf die Flamme erlöschend äuſsert (in Stickstoff). Eben

dieses wird durch folgenden Versuch entschiedendst bestätigt.

2. Bringt man das gewonnene Quecksilberoxyd in einem andern Gefäſse über das Feuer, so, daſs es glühet; so kommt eine sehr reine die athmenbarste Luft hervor (das Oxyd läſst seinen Sauerstoff frei), am Gewichte gerade so viel, als im vorigen Versuche verloren gegangen.

*) Die gemeine Luft ist also wirklich eine Mischung aus Sauerstoff und Stickstoff (Azot von α und ζωή).

**) Vielfältig hierüber angestellte Versuche lehren, daſs die Mischung der zwei Stoffe in dem Verhältniſs stehe = Sauerstoff 0,21
Stickstoff 0,79
1,00.

259.

Erwägt man alle Umstände des vorgetragenen Processes, so erhellet: es begleite die Zersetzung eine Mischung, und der ganze Vorgang sei verständlich aus den Gesetzen der Verwandtschaft (247. etc.). Nämlich das Quecksilber wird durch anhaltende Erhitzung dem Sauerstoff der Luft so verwandt, daſs es das Band zwischen Sauerstoff und Stickstoff löset, und sich den Sauerstoff aneignet. Da sich nun mit dem Quecksilber ein neuer Grundtheil verbindet, so muſs dasselbe gewichtiger und qualitativ geändert, mit Oxygen beladen, oxydirt werden.

260.

2. Zersetzung des Wassers. Das Wasser gehört zu den wirksamsten Dingen in der Natur. Das Wasser ist daher besonders wichtig dem Forscher der Natur. Auch vom Wasser wurde in den alten Schulen behauptet, dasselbe sei ein einfacher, elementarischer Stoff. Lavoisier zeigte in neuern Zeiten mit Maſs und Gewicht das Gegentheil; und das Factum von der Zerlegbarkeit des Wassers in Hydrogen und Oxygen wurde mit Applaus aufgenommen. Seit Kurzem beliebt wieder die Meinung, daſs das Wasser ein unzerlegbarer Urstoff sei! — Da es hier um eine Thatsache zu thun ist: so kann nur das Experiment entscheiden. Man läſst nach Lavoisier eine mit Thon beschlagene Röhre AB (Fig. 26. Taf. I.) aus strengflüssigem Glase von 8 bis 12 Linien im Durchmesser durch den Ofen FF gehen, und sie auf einer eisernen Stange aufliegen. An das obere Ende A fügt man den Hals einer gläsernen Retorte C, die eine bekannte Menge destillirtes Wasser enthält, und an das andere Ende B bringt man eine schlangenförmige Röhre abc, die durch ein cylindrisches Glas (Kühlgefäſs) geht, sich in die Mündung d der Flasche D senkt, und mittelst eines Korkstöpsels genau einpaſst. In die andere Mündung e der Flasche D wird eine andere Röhre luftdicht gesteckt, das wie fgih gebogen ist. Auch dieses Rohr wird mittelst eines Pfropfes bei e passend eingesenkt. An das Ende dieser Röhre wird ein wasservoller Recipient, die Bouteille Q, angesteckt. In das Gefäſs E gieſst man Wasser, daſs die Mündung der Röhre samt dem Halse der Bouteille eingetaucht ist. Nach dieser Anrichtung wird der Ofen FF geheitzt, und die Glasröhre so erhitzt,

dafs sie glühet ohne doch zu schmelzen. Zu gleicher Zeit wird das Wasser in der Retorte C durch unterlegtes Kohlfeuer zum Kochen gebracht.

Die Erfolge sind: 1) Anfangs wird durch die Hitze die gemeine Luft aus der Retorte C und aus der Röhre A B ausgetrieben, und in die Bouteille Q aufgenommen. 2) Sobald das Wasser in der Retorte C die Südhitze erreicht, verwandelt es sich in Dampf, der sich expandirend durch die Röhre A B durchgeht, im Durchgange durch die Schlangenröhre a b c sich abkühlt, und in Tropfengestalt in die Flasche D herabläuft. 3) Bei fortgesetzter Operation verdampft alles Wasser in der Retorte C, und am Ende findet man in der Flasche D genau so viel Wasser, als man anfangs in die Retorte C gebracht hat.

*) Das Nämliche erfolgt, wenn statt der Glasröhre A B, Röhren von Gold, Silber oder Porzellan gebraucht werden. — Dergleichen Operationen sind nichts anderes, als Verdampfungen in verschlossenen Gefäfsen, sonach Destillationen, welche die Wasserzersetzung erst einleiten oder vorbereiten.

261.

Weitere Versuche. Man wiederholt die nämliche Arbeit mit dem Unterschiede, dafs man in die Röhre A B 28 Gran gröblich zerstofsene Kohle bringt, die vorher im verschlossenen Gefäfse wohl ausgeglüht und dadurch vom Fremdartigen möglichst gereinigt worden.

Erfolge: 1) Das Wasser in der Retorte C verdampft wieder; die Dämpfe streichen über die Kohle in der Röhre A B hin, und laufen in das Gefäfs D wie-

der als Wasser ab; aber zugleich entbindet sich eine beträchtliche Menge Luft, die sich in der Bouteille Q sammelt. 2) Nachdem die Operation vollendet, und der Apparat auseinander gelegt ist, findet sich von der Kohle nichts mehr, als ein Stäubchen Asche. Die 28 Gran Kohle sind demnach gänzlich dahin. 3) Die entstandene Luft wiegt 113,7 Gran, und besteht aus 100 Gr. kohlensaurer, und 13,7 Gr. entzündlicher Luft. 4) Das Wasser, welches sich in der Flasche D gesammelt hat, wiegt um 85,7 Gran weniger als das Wasser, welches man anfangs in die Retorte C gebracht hat.

*) Vergleicht man das, was bei diesem Versuche zerstört, mit dem, was erzeugt worden, so ist
das Product: kohlensaure Luft = 100 Gr.
und entzündliche Luft = 13,7 —
zusammen = 113,7 —
der Verlust aber an Wasser = 85,7 Gr.
an der Kohle = 28 —
dieser also dem Product = 113,7 Gr.
vollkommen gleich. Es wurde daher das Wasser zersetzt in einen Stoff, der die Kohle säuert (Oxygen), und in eine entzündliche Luft (Hydrogen).

**) Aus vielen anderen Versuchen ergab sich, daſs 72 Theile Oxygen erforderlich sind, um 28 Theile Kohle zu sättigen. Zur Erzeugung von 100 Gr. Kohlensäure waren also nöthig 72 Gr. Oxygen und 28 Gr. Kohle. Das Experiment weiset dasselbe; denn zieht man vom abgängigen Wasser = 85,7 Gr. das Gewicht = 13,7 Gr. erzeugtes Hydrogen ab, so bleiben 72 Gr., welche mit

der abgängigen Kohle = 28, geben 100 Gr. kohlensaure Luft.

262.

Derselbe Versuch wird so angestellt, dafs bei derselben Vorrichtung (Fig. 24.) anstatt der 28 Gr. Kohle, **kleine spiralförmige Bleche aus sehr weichem Eisen** = 274 Gr. in die Glasröhre gelegt werden.

1. Das Wasser in der Retorte C geht wieder in Dämpfe über, die dann durch die Glasröhre A B streichen, und zum Theile sich wieder in dem Gefäfse D als **Wasser** sammeln, zum Theile aber **verändert** sich in der Bouteille Q in **Luftgestalt** darstellen.

2. Die erhaltene Luft ist **pure entzündliche Luft**, dem Gewichte nach = 15 Gran.

3. Im herübergegangenen Wasser zeigt sich ein Abgang von 100 Gr.

4. Die Eisenbleche, welche man in die Röhre A B gelegt hatte, sind nicht mehr Eisen, sondern ein **Eisenoxyd** (Eisenmohr), dabei ist der **Umfang** des veränderten Eisen gröfser geworden, und sein **Gewicht** hat nun 85 Gr. zugenommen.

*) Das **abgängige Wasser**	=	100 Gr.
gleicht ganz genau **den neuen Producten**,		
der entzündlichen Luft	=	15 —
und der Gewichtvermehrung des Eisenoxyds	=	85 —
zusammen	=	100 Gr.

Es ist also das Wasser zersetzt worden in Hydrogen = 15 Gr. und in einen Stoff,

der sich mit dem Eisen verbunden, dasselbe oxydirt, und sein Gewicht vermehrt hat = 85 Gran Oxygen.

263.

Die Erscheinungen bei den aufgezählten Versuchen sind aus dem dynamischen Verhältniſs des Wassers zu andern Dingen leicht verständlich. Im Versuche N. 260. geht das Wasser durch eine Röhre aus Glas (Gold, Silber und Porzellan) unzersetzt durch, weil Glas (Gold, Silber und Porzellan) zu den Bestandtheilen des Wassers keinen Gegensatz bilden, sonach sich keinen desselben aneignen können. Hingegen hat Kohle (N. 261.) und Eisen (N. 262.) bei der Glühehitze zum Oxygen des Wassers eine so groſse Verwandtschaft, daſs die Verbindung zwischen Hydrogen und Oxygen aufgehoben, das Oxygen von der Kohle und vom Eisen festgehalten, dagegen das Hydrogen von seinem Oxygen befreit, nun aber in einer neuen Form, nämlich vom Oxygen nicht mehr beschränkt, in Luftgestalt zum Vorschein kommt.

*) Nachdem die Zersetzung des Wassers durch die elektrischen Einflüsse bewirkt worden (von Paet's, van Troostwyk, Deiman, van Marum u. a.), und jetzt die Wasserzersetzung durch Volta's Säule sehr leicht läſst, so geriethen die berühmtesten Chemiker auf die Meinung, daſs die Wasserzersetzung ein Spiel der Elektricität, und in der That bloſser Schein sei. Indem man nämlich beobachtete, daſs, wenn die beiden Pole der Galvanischen Säule auf das Wasser wirken, das Hydrogen (= +) am Minuspol, und das Oxygen

(= —) am Pluspol erscheinen, machte man den Schlufs: das Wasser sei eine elektrische Indifferenz = E, die in die zwei elektrischen Differenzen = + E und — E geschieden werde, und sonach Hydrogen und Oxygen immer noch Wasser seien, jenes durch + E, dieses durch — E modificirt. Allein aufserdem, dafs durch diese Vorstellungsart nicht der geringste Aufschlufs über die Eigenschaften des Wassers, alsdann über die des Hydrogens und Oxygens gegeben wird, liegt der Hypothese ein Hauptfehler zu Grund, nämlich der, dafs die Chemiker nicht klar machen: was denn Elektricität, die hier spielt, ihrem Wesen nach sei? dieselben können daher ihre Meinung schlechterdings nicht begründen und bewähren. Allerdings wirkt in der Voltaischen Säule ein Princip, das von der Elektricität ausgeht, aber keineswegs Elektricität ist. Denn die Elektricität ist als solche blofs Flächenkraft (was nicht zu oft wiederholt werden kann); also eine dem chemischen (einen räumlichen) Processe ganz fremde Kraft (240.). Die in Volta's Säule sich auf das Wasser äussernde Kraft ist räumlich wirkend, also Chemismus, aber nicht „der gemeine," sondern ein Chemismus, welcher cubisch in der Umgebung mit Lichtschnelligkeit eingreift, nach ganz eigenen noch nicht erforschten Gesetzen wirkt und von mir genennt wird „Elektro-Chemismus" (232.). Die von der Elektricität ausgehende und in die Umgebung mit Lichtschnelligkeit räumlich einwirkende Kraft ist auch hinrei-

chend die Wasserzersetzung zu erklären. Nämlich das Wasser ist an sich die Erscheinung der dynamischen Kräfte in ihrer räumlichen Indifferenz, in der sich die zwei Gegensätze wechselweise räumlich als Hydrogen und Oxygen durchdringen. Wirkt nun die Galvanische Säule mit ihren beiden Polen auf das Wasser ein, so sucht der Minuspol = — E C (Elektro-Chemismus) das Plus des Wassers (das Hydrogen), und der Pluspol = + E C, das Minus des Wassers (das Oxygen), wodurch dann das Wasser als dynamische Indifferenz in die zwei Differenzen aufgeschlossen, sonach das Wasser wahrhaft und in der That zersetzt wird.

264.

3. Weitere Zersetzungen, wobei Luftarten erzeugt werden. Man kennt bereits vielerlei Luftarten, welche bei chemischer Trennung der Körper erzeugt werden. Da die Materien alle Zustände, die der Festigkeit, Flüssigkeit, Dampfartigkeit und der Luftform durchwandern können, so erhellet, daſs „die bei chemischer Trennung der Körper erzeugte Luft" immer in neuen Arten erscheinen könne. Wir führen nur fünferlei Luftarten an, die bei Zersetzung der Körper erzeugt werden, weil wir sie für den Naturforscher besonders wichtig halten. Diese Luftarten sind

Wasserstoffluft,
Sauerstoffluft,
Stickstoffluft,
Kohlensaure Luft,
Salpeterluft.

*) Der Apparat, welcher zur Erzeugung der Luftarten nöthig ist, heifst pnevmatischer Apparat. Derselbe besteht in einem Kolben A (Fig. 27. Taf. II.) in einem Recipienten B und einer gebogenen Verbindungsröhre a b c d, alsdann einem Gefäfs E, worin ein Flüssiges enthalten ist. Zu den meisten Versuchen dient Wasser (bald kaltes, bald warmes); einige Luftarten, die sich gerne mit Wasser verbinden, fordern Quecksilber: daher die Ausdrücke Wasser- und Quecksilber-Apparat.

265.

Erzeugung der Wasserstoffluft. Man steckt auf die Verbindungsröhre bei d eine wasservolle Bouteille auf; bringt dann in den Kolben A z. B. einen Löffel voll reine Eisenfeile oder Zinkfeile, giefst ein wenig concentrirte Schwefelsäure *) darauf, und schüttelt den Kolben. Jetzt schüttet man langsam ein paar Löffel voll Wasser hinzu, und steckt dann den Korkstöpsel mit der gebogenen Röhre in die Oeffnung des Kolben, dafs er luftdicht schliefst. — Es entstehen unter Erhitzung des Kolben Blasen, welche zerplatzen und Luft los lassen, die sich expandirend durch die Röhre in den Recipienten B begiebt, daraus das Wasser treibt, und dann dessen Stelle einnehmend die Bouteille füllt.

*) Die gewonnene Luft kann nun beliebig handthiert und probirt werden. Dieselbe ist zum Athmen

*) Gesäuerter Schwefel, welcher durch Hitze aus Eisenvitriol ausgetrieben wird.

ganz untauglich, und erlöscht die Flamme; brennt aber sehr leicht dort, wo sie mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, ohne Rauch und Rufs, zeichnet sich durch eigenen Geruch und ihre grofse Leichtigkeit (geringe Gewichtigkeit) aus, und giebt mit Sauerstoffluft verbrannt Wasser. Welches aber die Kennzeichen jener Luftart sind, welche wir Wasserluft nennen.

**) Ein Pariser Cubikzoll dieser Luft wiegt bei 10° Reaum. und 28″ Thlibometerstand 0,03628 Gran; Wasserstoffluft ist daher im reinen Zustande 12 bis 13mal leichter, als die gemeine Luft.

***) Die Säuren enthalten immer Wasser, ja die concentrirte Schwefelsäure thut auf die Metallfeile erst dann ihre rechte Wirkung, wenn sie mit Wasser gemischt ist. Wird nun durch die Säure das Eisen oder der Zink aufgelöst, und ein Oxyd erzeugt: so entsteht zwischen dem Wasser und dem Oxyd ein solches dynamisches Verhältnifs, dafs sich das Oxygen vom Hydrogen sondert, und sich mit dem Metalloxyd verbindet, wo dann das von seinem Oxygen nicht mehr beschränkte Hydrogen in Luftform frei wird. — Giefst man nach dem Versuche das Flüssige ab, und bringt Kali hinzu, so erhält man nebst dem Metalloxyd ein Mittelsalz. Man braucht auch zur Sättigung der abgegossenen Säure gerade so viel Kali als sonst zur Sättigung: dafs also die Säure bei diesem Versuche unzerlegt geblieben.

266.

Erzeugung der Oxygenluft. Wenn in gläsernen beschlagenen Retorten, oder in thönernen von hinlänglich dichter Masse gewisse Metalloxyde (schwarzes Manganoxyd, rothes Quecksilberoxyd etc.), oder gewisse Mittelsalze (Salpeter etc.) ausgeglüht werden: so wird der Zusammenhang der erhitzten Körper so geschwächt, und die Expansion im Oxygen (einem Bestandtheil derselben) so siegend, daſs sich dieses befreit, und in Luftform als Sauerstoff im Recipienten sammelt.

*) Diese Luft wird dadurch charakterisirt, daſs in ihr die Thiere sehr leicht athmen, das Feuer in ihr mit Glanze brennt, und ihr specifisches Gewicht etwas gröſser, als das der gemeinen Luft ist.

**) Schwarzes Manganoxyd ist nicht theuer und giebt die Oxygenluft reichlich. Die Unze entbindet 80 bis 100 Cubikzoll. 16 Unzen sind die rechte Quantität zum Versuche.

267.

Erzeugung der Stickstoffluft. Zündet man durch ein Brennglas ein Stückchen Phosphor in einem Recipienten, der durch Quecksilber gesperrt ist, an: so verzehrt er brennend das Oxygen, und läſst Stickstoffluft zurück. Reiner erhält man diese Luft, wenn man ein Amalgama aus 1 Theil Blei und 3 Theile Quecksilber, welches ungefähr ein Achtel der Luft, dem Umfange nach, ausmacht, in einer mit gemeiner Luft gefüllten Flasche, nach luftdichter Verschlieſsung mehrere Stunden lang anhaltend schüttelt (Böckmann).

*) Der Charakter dieser Luft besteht darin, daſs sie für Athmende erstickend ist, die Flamme auslöscht, und mit Oxygen gemischt Salpeter erzeugt. Ihr specif. Gewicht ist ein wenig geringer als das der Sauerstoffluft.

268.

Erzeugung der kohlensauren Luft. Die kohlensaure Luft wird vornehmlich aus Erden *) und

*) Erden (terrae) sind strengflüssige, sehr feuerbeständige und unverbrennliche Körper. Die Erden sind die gemeinsten und häufigst vorhandenen Mineralien. Die derben Massen heiſsen Steine, die sich von den Erden bloſs an Härte und Zusammenhang unterscheiden. Wir kennen bisher 9 Erden, welche unzerlegt sind. Dieselben heiſsen:

1. Kalcherde,
2. Schwererde,
3. Strontionerde,
4. Talkerde,
5. Kieselerde,
6. Thonerde (Alaunerde),
7. Zirkonerde,
8. Glycina (Süſserde, Berillerde),
9. Yttererde.

Aus Mischung verschiedener dieser Erdarten untereinander und mit andern Stoffen, in verschiedener Menge und Innigkeit gehen die unendlich verschiedenen Erden und Steine hervor. Im reinen Zustande sind die Erden weiſs, mit Metalle gemischt farbig. Auch schwarze Erden findet man, die Schwärze rührt vom Kohlenstoff her. Die Kalcherde, Schwererde und Strontionerde haben die Eigenschaften der Kalien; sie sind im Wasser auflöslich, von kalischem Geschmack und ätzend, färben den Veilchensaft grün, und geben mit Säuren Neutralsalze.

zwar aus kohlensaurer Kalcherde *) durch Säuren, und Feuer erzeugt. Die Bildung der kohlensauren Kalcherde ist sehr verschieden, sie enthält aber durchweg 56,5 Kalch, 43 Kohlensäure, 0,5 Wasser (Buchholz).

Versuche. Man füllt das Gefäfs E (Fig. 25. Taf. II.) mit heifsem Wasser, und steckt auf die Röhre bei d eine mit heifsem Wasser volle Bouteille. Hierauf bringt man z. B. zerstofsenen Marmor oder Kreide in den Kolben, und giefst gewässerte concentrirte Schwefelsäure darauf. Es entbindet sich eine Luft, welche durch die gebogene Röhre durchgeht, das Wasser aus der Bouteille verdrängt, und seine Stelle einnimmt. Die auf solche Weise erhaltene Luft ist kohlensaure Luft.

*) Eine Luft nämlich, welche gesäuerte Kohle in Luftgestalt ist, und folgende Eigenschaften hat: sie ist zum Athmen und zur Unterhaltung des Feuers untauglich; wird vom kalten Wasser verschluckt; röthet die Lackmustinctur, trübt das Kalchwasser, und ist ungefähr noch so gewichtig, als die gemeine Luft.

**) Durch Aufgiefsung der Säure auf kohlensaure Kalcherde (auf rohen Kalch), setzt sich die Säure

*) Die kohlensaure Kalcherde (calcarea carbonica) wird in der Natur häufig gefunden, theils crystallisirt (als Kalchspath), theils derb (als gemeiner Kalchstein), theils feinkörnig (als Marmor), theils mürbe (als Kreide, theils staubartig (als Mondmilch). — Sinter, Tropfsteine etc. gehören auch zu den kohlensauren Kalcherden.

nach den Verwandtschaftsgesetzen mit dem Kalch in Verbindung, wo dann dieser die Kohlensäure nicht mehr beschränkt. Mitunter wird durch Festwerdung des Oxygens Wärme frei, durch welche die Kohlensäure expandirt, in Luftform hervorgeht.

269.

Wird kohlensaure Kalcherde in einer thönernen Retorte ausgeglüht, und in der Glühhitze 12 bis 16 Stunden lange erhalten: so entweicht (nebst dem Wasser) die Kohlensäure aus der Kalcherde in Luftgestalt, und kann denn im Recipienten gesammelt und handthiert werden.

*) Die von der Kohlensäure befreite Kalcherde ist „reine Kalcherde" und heifst gewöhnlich gebrannter oder lebendiger Kalch (calx viua). Wird der gebrannte Kalch mit Wasser begossen (gelöscht), so erhitzt er sich, denn da das Wasser fest wird, befreit sich seine Expansion (Wärme), wodurch dann der Kalch auch seines Zusammenhangs verlustigt wird, und in Staub (Staubkalch) zerfällt. Giefst man auf eine grofse Menge Kalcherde auf einmal viel Wasser: so wendet sich das Oxygen des Wassers zur reinen Kalcherde, wo das Wasser zersetzt, sonach Hydrogen frei wird, das sich dann manchmal entzündet, und dem Kalch ein brennendes Ansehen giebt. Begiefst man eine Quantität gebrannter Kalcherde mit vielem Wasser, so entsteht das Kalchwasser (eine mit reiner Kalcherde gesättigtes Wasser, das klar und undurchsichtig ist.

*) Wird zu Kalchwasser kohlensaure Luft gelassen, oder dasselbe nur eine längere Zeit der atmosphärischen Luft ausgesetzt, so zieht die reine Kalcherde die Kohlensäure an sich, und wird wieder rohe Kalcherde, zu der das Wasser keine Verwandtschaft hat. Daher bildet sich anfangs im Kalchwasser ein Häutchen (Kalchrahm), und dringt die kohlensaure Luft tiefer, so trübt sich das Kalchwasser, indem sich die rohen Kalchtheilchen durch ihr Gewicht vom Wasser absondern, bis sie endlich als feiner Staub ganz niederfallen. Aus demselben Grunde ändert sich der gebrannte Kalch, wenn er lange der gemeinen Luft, die immer etwas Kohlensäure enthält, ausgesetzt ist, in rohe Kalcherde.

***) Auf diesen Kenntnissen beruht das Kalchbrennen im Grofsen, das Ablöschen des Kalches, und sein Verbrauch zum Mauern. Der rohe Kalchstein soll von allen Beimischungen aus Kiesel, Thon u. s. w. frei sein, weil nur kohlensaure Kalcherde zu reiner Kalcherde gebrannt werden kann. Da die Salzsäure den rohen Kalchstein ganz auflöset, so dient die Salzsäure zur Prüfung der Brauchbarkeit der Kalchsteine zum Brennen. Der reine Kalchstein darf nicht zu viel und nicht zu wenig gebrannt sein. Das Zuviel verglast die Kalchtheile (brennt sie todt), das Zuwenig läfst viele Theile unverändert; in beiden Fällen ist der Kalch nicht auflöslich im Wasser. Das Löschen hat die Absicht die Kalcherde möglichst zu zertheilen: daher ist der gebrannte Kalch im Löschtroge mit mäfsig

vielem Wasser wohl zu rühren, dann erst in die Grube zu lassen. Hier soll der abgelöschte Kalch stets mit Wasser bedeckt (aufser Berührung mit der Luft gehalten) sein, und alt werden, dafs durch fortwährende unmerkliche Zertheilung des Kalches, er bei seinem Gebrauche nutzbar sei. Die Kalcherde backt mit Kieselerde vorzüglich zusammen (haftet ihr stark an): es ist daher der gebr. Kalch mit Kieselsand (Flufssand) zu mischen, und von einem starken Manne in der Mörtelpfanne zu rühren, um guten Mörtel zu bereiten. (Ein Theil Kalch kann vier Theile Sand annehmen). Der Anwurf verdünstet das Wasser, ziehet dagegen nach und nach die Kohlensäure aus der Atmosphäre ein, und erhartet zu Stein. Daher die Festigkeit der alten Gebäude, die wohl gemauert worden sind.

270.

Erzeugung der Salpeterluft. Man bringt in ein Kölbchen (Fig. 25.) etwa eine halbe Unze reines Quecksilber, giefst eine halbe Unze Salpetersäure *) (gemeines Scheidwasser) darauf, und steckt dann das Kölbchen an den Korkstöpsel der Röhre a b c d, über deren Ende ein wasservolles Gefäfs aufgesetzt ist. Es entwickelt sich unter braunen Dämpfen eine Luft, welche das Wasser aus dem Recipienten B austreibt, und dessen Raum einnimmt.

*) Salpetersäure ist eine Mischung, welche enthält in 100 Theilen

20,463 Stickstoff und
79,537 Sauerstoff.

100

*) Das Auszeichnendste dieser Luft, welche Salpeterluft heifst, ist, dafs sie in Berührung und Mischung mit der Oxygen haltigen Luft in rothbraunen Dampf verwandelt, und ihr Umfang vermindert wird. Giefst man nämlich bei dem angeführten Versuche Salpetersäure auf Quecksilber, so wendet dieselbe einen Theil ihres Sauerstoffs auf Oxidirung des Quecksilbers; dadurch wird das Verhältnifs des Sauerstoffs zum Stickstoff geändert, und der nun mit wenigerem Oxygen beladene Stickstoff tritt in Luftgestalt hervor. Kommt nun diese Luft mit Oxygen in Berührung, so sucht der Stickstoff mit demselben eine Verbindung einzugehen; vereinigt dann mit Oxygen, erzeugt er einen braunen Dampf (Salpeterhalbsäure), der sich mit dem Wasser verbindend den Umfang der Mischung vermindert.

271.

4. Die Verbrennung. Die Verbrennung ist eine Auflösung materieller Stoffe unter Licht und Wärme. Verbrennlich wird genennt, was entzündet werden kann. Etwas entzünden heifst einige Theile so erwärmen, dafs dann die Auflösung unter Licht und Wärme von selbst erfolge. Befindet sich eine Materie in dem Zustande, dafs es seine Theile selbst erwärmet, so brennt sie.

Aufser den Pflanzen und thierischen Stoffen sind sehr viele Mineralien verbrennlich*).

*) Die verbrennlichen Mineralien sind entweder einfach (unzerlegt) oder mehr oder weniger zu-

Die wirkliche Verbrennung kann nur statt finden in einer athmenbaren Luft, und unter dem Wechsel einer athmenbaren Luft. Dieses schon frühe bemerkend, fragten die Naturforscher: worin besteht die Wirkung der athmenbaren Luft auf die Verbrennung?

Georg Ernst Stahl nahm in allen verbrennlichen Dingen einen gemeinsamen Brennstoff (phlogiston) an, und hielt die reine (athmenbare) Luft für das Auflösungsmittel desselben. Woraus allerdings klar wurde, daſs nur in der reinen, stets wechselnden Luft ein Brennen statt habe; im luftleeren Raume aber und in einer mit Phlogiston schon gesättigten (azotischen) Luft, jedes Feuer erlöschen müsse. Diese Meinung (das phlogistische System) erhielt sich in der Chemie auch lange (von 1700 ungefähr bis 1790), wo endlich die Wahrheit über die Meinung siegte, und das Experiment (das Lavoisier schon 1775 dem phlogistischen System entgegensetzte) anerkannt wurde, das Experiment, wodurch gezeigt wird, daſs Phosphor in einer Oxygenluft (in der reinsten) ver-

sammengesetzt. Zu den unzerlegten gehören Wasserstoffluft, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Metalle, der Diamant. — Zusammengesetzte sind:

in Luftform, geschwefelte, gephosphorte Wasserstoffluft u. a.

im Zustande der Flüssigkeit, die Naphta, das gemeine Berg-Stein-Oel, Bergtheer u. a.

fest erscheinen: Judenbech, Gagat, Bernstein, Ambra, Steinkohlen, Erdkohlen, Torf u. a.

brenne, ohne dieselbe mit Phlogiston zu verunreingen.

Nämlich Lavoisier faſste die Verbrennung unter den rechten Gesichtspunct, und wies in der Erfahrung nach, daſs beim Brennen die reine Luft zersetzt werde, ihr Oxygen an den brennenden Stoff abgebe, und aus ihr selbst Licht und Wärme frei mache, sonach die Verbrennung in einem Säurungsproceſs bestehe.

Allein die heutigen Chemisten verlassen dieses Klare und Gewisse bereits wieder, und gefallen sich im Dunkeln und Ungewissen. Nach ihnen spielt auch hier „die Elektricität" die Hauptrolle. Dieselben meinen: Stahl habe nur den Namen verfehlt; hätte er „das Phlogiston, positive Elektricität" und die Verbrennung einen „elektrischen Proceſs" genennt: so wäre Alles im Reinen gewesen.

Was ich schon oben (256. *) bemerkte, gilt auch hier. Die Elektricität, die nun in der Chemie Herrschaft gewinnen soll, ist ein Wort, dessen Bedeutung unbestimmt gelassen wird. Ich habe doch handgreiflich gemacht: die Electricität sei als solche die dynamische Flächenkraft (146. 230. etc.), folglich als solche dem chemischen Processe ganz fremdartig. Die Behauptung, daſs die verbrennlichen Körper durch Reiben (durchgehends) positiv, „die verbrannten aber negativ elektrisch werden," ist ganz unwahr; denn jede Flächenindifferenz kann differenzirt, mithin die Fläche eines jeden Körpers positiv und negativ elektrisch werden. Das läſst sich auch durch unzählige Versuche anschaulich machen. Würde sich aber die Behauptung in der Erfahrung als wahr erweisen: so wäre der Schluſs auf den chemischen Proceſs höchst ungereimt.

Allerdings nähert sich in Volta's Säule das Verbrennliche (das vom positiven Charakter) dem Minuspol, und das Verbrannte (das vom negativen Charakter) dem Pluspol. Aber das weiset blofs: „Gegensätze streben nach Vereinigung“ — nämlich hier die „räumlichen“ keineswegs aber die „elektrischen, die flächlichen.“ — Einmal, mit Vertrauen darf man mit Lavoisier die Verbrennung für eine eigentliche Säurung halten, welche durch Zersetzung der reinen Luft (Oxygenluft) entsteht.

272.

Versuche. Man bringt unter eine Glocke, welche 162 Cubikzoll Inhalt hat, mit Oxygenluft gefüllt, und durch Quecksilber gesperrt ist, ein Porzellanschälchen mit 61 1/4 Gran Kunklischen Phosphor, und zündet ihn mit einem Brennglase an. Es kommen folgende Phänomene zum Vorschein.

1. Der Umfang der Luft wird vermindert, und nach Beendigung des Processes bleiben nur noch 23 1/4 Cubikzoll Luft übrig. Dafs also 162 — 23 1/4 = 138 3/4 Cubikzoll Luft in Verlust gehen.

2. Da 162 Cubikzoll Oxygenluft 81 Gran wiegen, so verlor die Luft am Gewicht = 69,375 Gran.

3. Während dem Brennen des Phosphors bildet sich eine weifse flockigte Materie, welche eine wahre scharfe Säure (Phosphorsäure) ist, und am Gewicht 114,375 Gran beträgt.

4. Der Phosphor ist nicht ganz verbrannt; sein Rückstand wiegt noch, nach seiner Abwaschung und Trocknung, ungefähr 16 1/4 Gran. Es wurden daher während dem Brennen beinahe 45 Gran Phosphor verzehrt; denn 45 + 16 1/4 ist = 61 1/4, und kommt

mit dem Gewicht, das man mit dem Versuche angewandt, genau überein.

*) Vergleicht man die entstandene Säure = 114,375 mit dem Verlust der Oxygenluft = 69,375 Gran und dem Abgange des Phosphors = 45,000 Gr., zusammen = 114,375 Gran; so findet man das Product dem Verlust ganz gleich. Es wurde also während dem Brennen die Oxygenluft zersetzt, und mit 48 Gran Phosphor haben sich 69,375 Gran Oxygen verbunden, sonach den Phosphor gesäuert.

**) Aehnliche Versuche wurden von Lavoisier mit veränderten Anrichtungen veranstaltet, die alle samt und sonders dahin ausschlugen, daſs das Gewicht des neuen Productes (der Phosphorsäure) gleich ist, der Summe der Gewichte des verbrannten Phosphors und des verschluckten Oxygens. — Wird nämlich der Phosphor erhitzt, so nimmt seine Verwandtschaft zum Oxygen der Luft so zu, daſs das wechselweise Streben sich mit einander zu verbinden, die Mischung des Phosphors mit dem Oxygen bewirkt. Wo dann die Expansion, wodurch das Oxygen Luftform hatte, frei wird, und als Licht und Wärme zum Vorschein kommt (Dynamische Licht- und Wärme-Theorie. Landshut 1818).

273.

Wird der Versuch mit 12 Gran Schwefel wiederholt: so entsteht Schwefelsäure. Die Luft verliert am Umfang, und ihr Gewichtverlust beträgt 18

Gran. Vom Schwefel sind 8 Gran verbrannt; und die entstandene Säure beträgt am Gewicht 26 Gran.

*) Es haben sich also aus 18 Gran Oxygen und 8 Gr. Schwefel 26 Gr. Säure gebildet. Das Gewicht dieser Säure ist daher der Saume des Gewichtes aus verbranntem Schwefel und der Oxygenluft, welche in Verlust gegangen, ganz gleich. Da nun in der Oxygenluft nichts wägbar ist, als das Oxygen (der Sauerstoff), so erweiset sich auch hier die Verbrennung als eine Säurung, die darin besteht, daſs der erhitzte Schwefel die Oxygenluft zersetzt, und sich ihr Oxygen aneignet, wodurch die Expansion, welche dem Oxygen Luftgestalt gab, befreit wird, und als Licht und Wärme hervortritt.

274.

Weitere Versuche. Steckt man an einen Eisendrath, der spiralförmig gewunden ist, ein brennendes Stückchen Schwamm, und taucht ihn in eine mit Oxygenluft gefüllte Flasche: so fängt der Schwamm flammend zu brennen an; die Flamme ergreift den Eisendrath, daſs er wie Wachs flieſst, glühende Tropfen umher streuet und verbrennt. — Aus 100 Gran Eisen erhält man bei diesem Versuche ein Eisenoxyd = 135 Gran. Die Zunahme seines Gewichtes ist also 35 Gran. Während dem Brennen giengen 35 Gran Luft verloren. Es hat sich demnach auch hier beim Brennen des Eisens das Wägbare der Oxygenluft, nämlich der Sauerstoff mit dem Eisen verbunden, und dessen Umfang und Gewicht vermehrt.

*) Bei allen Versuchen dieser Art wird die zurückgebliebene (unzersetzte) Luft vollkommen rein, als Oxygenluft befunden.

**) Verbrennt eine Kohle in der Oxygenluft, so wird sie gleichmäſsig gesäuert. Während dem Brennen entsteht Kohlensäure, die aber nicht anders als in Luftgestalt zum Vorschein kommt. Die Oxygenluft verliert auch bei Versuchen mit der Kohle an Gewicht so viel, als die Kohle gewinnt. Da bei Verbrennung der Pflanzen und der thierischen Stoffe durchgehends Kohle übrig bleibt, so versteht man, wie sich endlich auch diese durch Einziehung des Oxygens verflüchten.

***) Lavoisier zeigte auf eine ähnliche Weise bei einer groſsen Anzahl verbrennlicher Dinge, daſs sie durch Verbrennung gesäuert werden. Und so ist dann durch Erfahrung mit Gewicht und Maſs erwiesen, die Verbrennung sei nichts anderes, als ein Säurungsproceſs.

275.

Resultate aus dem Vorigen. 1. Verbrennlich ist jene Materie, welche bei irgend einer Temperatur (Wärmegrad) vermögend ist, die reine Luft zu zersetzen, und sich mit ihrem Oxygen zu säuren.

2. Das Verbrannte kann wieder brennlich werden, wenn es entsäuert (anoxydirt) wird.

3. Die brennlichen Materien müssen immer von Auſsen her zur gehörigen Temperatur gehoben, d. i. angezündet werden, daſs die Verbrennung anfange. Denn die erwärmte und nun mit dem Sauerstoff ver-

wandte Materie macht aus den Theilchen Oxygens, womit sie sich verbindet, Wärme frei, welche dann ein anderes Theilchen der Materie erwärmet u. s. f. von Theilchen zu Theilchen.

4. Weil die Verwandtschaftsgrade der Dinge zum Oxygen verschieden sind: so ist zum Anzünden bald eine größere, bald eine kleinere Wärme nöthig. Es giebt Dinge, die schon bei der gewöhnlichen Temperatur in der Luft brennend werden, die Selbstzünder (pyrophori).

5. In der Sauerstoffluft verbrennt das Brennliche viel schneller und mit größerem Glanze, als in der atmosphärischen Luft, weil der verwandte Stoff in der Oxygenluft das Oxygen bloß der Expansion (wodurch es luftförmig ist), hingegen in der atmosphärischen Luft dasselbe, nebst der Expansion auch dem Azot zu entreißen hat. Alsdann ist in der Oxygenluft der Sauerstoff häufiger vorhanden. Die Säurung befreit daher in derselben Zeit viel mehr Licht und Wärme aus der Oxygenluft, als aus der atmosphärischen.

6. Das Brennen ist unmöglich, wo es entweder am Oxygen oder an der gehörigen Verwandtschaft zum Oxygen oder an der nöthigen Temperatur fehlt. Im luftleeren Raume, in der Stickluft, in der kohlensauren Luft u. s. w. brennt keine Flamme, und in der atmosphärischen Luft nur so lange, bis ihr Oxygen verzehrt ist: daher muß die Luft wechseln zur Erhaltung irgend eines Feuers, des Glut- oder Flammenfeuers. Hydrogenluft brennt nur dort, wo es in Berührung ist mit der reinen Luft; in ihrem Innern erlöscht sie die Flamme. Wird zu Hydrogenluft reine Luft gemischt: so ist dieselbe allerwärts in Berührung mit Oxygen, kann also, wegen

ihrer leichten Entzündlichkeit in Massa abbrennen, und dadurch Knall erregen.

7. Phosphor, der in einer Oxygenluft, welche nur wenig über den Gefrierpunct erhöht ist, nicht leuchtet, kann bei derselben Temperatur in Stickluft leuchten (brennen) (Göttling); denn die reinste Stickluft enthält immer etwas Sauerstoff beigemengt (Jaeger). Aber davon abgesehen ist die reinste Stickluft eine Mischung von Hydrogen und Oxygen (hydrogenirtes Oxygen). Phosphor kann denn immer zu den Oxygen der Stickluft verwandt sein, und so viel aus ihr befreien, als zu dem geringen Grade seines Brennens hinreicht, obgleich eine solche Verwandtschaft zu der Menge Sauerstoff in der Oxygenluft nicht statt hat. Greift ja concentrirte Schwefelsäure die Eisenfeile nicht eher an, bis sie durch Wasser geschwächt ist. U. s. w.

276.

5. Oxydirung der Metalle. Die chemische Operation, wobei ein Metall mit Sauerstoff gemischt wird, heifst Oxydation der Metalle. Jedes Metall nimmt den Sauerstoff nur in bestimmter Menge auf. Ist ein Metall mit wenig Sauerstoff verbunden, so heifst es ein unvollkommenes Oxyd auch Oxydul (metallum oxydulatum, Protoxyd). Das mit Sauerstoff gesättigte Metall wird Oxyd (deuteroxyd) metallum oxydatum, genennt. Einige Metalle können mit Oxyd überladen werden; dieselben heifsen dann Hyperoxyde (metallum hyperoxydatum).

Versuche und Erscheinungen bei Oxydirung der Metalle. 1. Wird z. B. Blei in einem unglasirten Schmelztiegel über ein mäfsig starkes Feuer

gebracht, so verändert sich das Blei anfangs in eine graue, hernach in eine gelblichte zerreibliche Masse. Wird diese nun ferner unter stetem Umrühren im starken Feuer gehalten, so nimmt sie eine hochgelbe Topasfarbe an, und wird das Massicot der Maler. Läſst man dieses noch länger im Feuer, so, daſs es die Flamme bestreicht, so erhält es eine rothe Farbe, und giebt das Mennig.

2. Aehnliche Aenderungen erleiden auch andere Metalle unter ähnlichen Umständen. Der Metallglanz geht durchweg verloren; die Metalle werden zerreiblich, und mehr oder weniger farbig.

3. Der Umfang und das Gewicht der so veränderten Metalle ist allemal gröſser, als der Umfang und das Gewicht, welches sie vorhin hatten. Nach Abich's Versuchen geben drei Pfund Blei 3 Pfund und 3 Loth Mennig. U. s. w.

*) Nämlich durch erhöhte Wärme wird das Metall mit dem Oxygen der Luft so verwandt, daſs die Luft zersetzt, und das Oxygen mit dem Metall verbunden, sonach das Metall oxydirt wird. Dieses setzen nachstehende Versuche nur noch mehr auſser Zweifel.

277.

Weitere Versuche. 1. Die vorhin beschriebenen Aenderungen der Metalle finden nur statt in einer athmenbaren Luft. 2. Die Luft leidet dann eine Zersetzung; denn sie verliert ihren athmenbaren Theil (ihr Oxygen), und wird Stickstoffluft. 3. Dagegen nimmt das erhitzte Metall am Gewicht gerade so viel zu, als die Luft daran abgenommen (Lavoisier).

*) Die Veränderungen also, welche die Metalle in ihrem Verhältniſs zur Luft erleiden, sind ähnlich jenen bei den Verbrennungen; sie sind daher wie diese zu deuten, und für nichts anders als für Oxydationen anzusehen.

**) Da die Oxydirung der Metalle nur langsam fortschreitet, die Oxygenluft deſshalb nur allmälig, daher in kleinen Mengen von den Metallen eingeschluckt wird, so erhellet, daſs die befreite Expansion, wodurch das Oxygen Luftgestalt hat, nicht unter Licht und Wärme erscheinen könne: daher ist die Oxydirung der Metalle doch kein Verbrennen, (keine Auflösung unter Licht und Wärme).

278.

Lavoisier versuchte die Oxydirung an allen ihm bekannten Metallen; die Resultate seiner Versuche geben:

das Silber, das Gold und das Platinum sind vom Feuer unbezwinglich (können nicht oxydirt werden).

Unter allen Metallen lassen sich das Arsenik, das Molybden und das Spieſsglanzmetall in Säuren verwandeln (oxygeniren).

Alle andere Metalle werden mehr oder weniger oxydirt.

*) Gold, Silber und Platinum können durch keine Hitze zur Verwandtschaft mit dem Oxygen in der Luft gehoben werden. Diese Verwandtschaft tritt aber bei andern Metallen ein.

Blei, *Zinn* und *Quecksilber* werden schon bei der gewöhnlichen Temperatur verwandt, daher in einigem Grade auch oxydirt.

**) Der Säurung der Metalle durch die Luft, wo sich das Oxygen derselben mit den Metallen verbindet, und Azot zurück bleibt, ist folgender Versuch *ähnlich*. Wird ein (*unedles*) *Metall* geschmolzen, und zum *Glühen* erhitzt, alsdann recht trockener gepülverter *Salpeter* (*salpetersaures Kali*) darauf getragen: so entsteht ein Zischen (eine *Verpuffung*). Fährt man mit Aufstreuung des Salpeters fort, bis die Verpuffung nachläfst: so wird das Metall *oxydirt*, und der Salpeter *alkalisirt*. Nämlich der Salpeter erleidet eine Zersetzung, wobei sich das Oxygen mit dem Metall verbindet, und dann der Salpeter entsäuert als *Kali* erscheint.

279.

Die Oxydirung der Metalle kann noch durch das *Wasser* und durch die *Säuren* bewirkt werden. — So rostet (oxydirt) *Eisen* im Wasser, und *Kupfer* wandelt sich in ein grünes Oxyd (Grünspan) in demselben. Hier ist eben auch die Oxydirung durch *Zersetzung des Wassers* bedingt. Das Wasser (noch besser der *Wasserdunst*) giebt sein Oxygen an das ihm verwandte Metall ab, und sein Hydrogen entweicht in den feinsten Bläschen.

*) Die *Säure*, welche alle Metalle oxydirt, ist die *oxydirte Salzsäure*. *Alle* Metalle (die edlen nicht ausgenommen) entziehen der oxydirten Salzsäure einen Theil ihres Oxygens: wodurch

die Metalle Oxyde werden, und die oxydirte Salzsäure, in eine gemeine übergeht. — Salpetersäure und Schwefelsäure (wenn diese letztere erhitzt wird) verhalten sich zu allen Metallen (zu den unedlen) so, dafs diese aus ihr Oxygen einziehen, sonach sich in denselben säuren.

) Aus dem bisherigen erhellet, dafs sich alle Erscheinungen der Metalloxydation auf die Verwandtschaft (räumliche dynamische Gegensätze) zurückführen lassen. Es wäre daher verkehrt, einen anderen Grund derselben, als der reell und zureichend ist, aufzusuchen oder anzugeben (8. *).

) Auch ergiebt sich aus dem Vorhergehenden: es begleite die Zersetzung der materiellen Stoffe durchweg eine Mischung. Indefs können wir entweder die Zersetzung oder die Mischung mit Vorzug in das Auge fassen, und in so fern die chemischen Operationen immer in die der Zerlegung und Mischung abtheilen (243. **).

Chemische Mengung.

280.

Hieher rechne ich 1. die Fällung und 2. die Wiederherstellung.

Man kann die von einem Auflösungsmittel getrennten und gehaltenen Theile von demselben wieder absondern, so, dafs sie von ihm verschieden zum Vor-

schein kommen. Die Operation, wodurch dieses bewirkt wird, heifst die Fällung (präcipitation). Wenn das Abgesonderte zu Boden fällt oder sich an den Wänden des Gefäfses ansetzt, so nennt man es Präcipitat; schwimmt es aber oben auf, so heifst es Rahm (cremor).

Die Präcipitation erfolgt entweder für sich, ohne Zusatz, oder erst alsdann, wenn dem Auflösungsmittel etwas beigesetzt wird. Im letztern Falle nennt man den Beisatz das Niederschlagende (praecipitans).

Auch unterscheidet man eine vollständige und unvollständige Präcipitation, je nachdem das Präcipitat mit allen seinen Eigenschaften, die es vor der Auflösung hatte, wieder aus dem Auflösungsmittel hervorgeht, oder qualitativ geändert niederfällt.

*) Wenn die Milch eine Zeitlang steht: so sondert sich von den Molken (dem Auflösungsmittel) die Butter, und schwimmt oben auf als Rahm: alsdann fällt aus ihr der Käse als Präcipitat zu Boden. — Tröpfelt man in eine gesättigte Metallauflösung durch eine Säure, flüssiges Kali bis zur Sättigung, so fällt das aufgelöste Metall zu Boden. Die Präcipitation geschieht hier durch Beisatz. Das gefällte Metall ist Oxyd, und daher die Präcipitation unvollständig. Bringt man in eine Kupferauflösung Eisenfeile (oder legt einen eisernen Nagel darein), so wird das Kupfer als Kupfer präcipitirt, und wir haben daran ein Beispiel einer vollständigen Präcipitation.

281.

Bei einer Fällung scheiden sich zwei dynamische Gegensätze, die zur Einheit verbunden waren (244.): es entzweien sich daher die Differenzen, welche in der Indifferenz vereint gewesen. Präcipitation ist demnach nur als ein Erfolg der Veränderung des dyn. Verhältnisses zwischen dem Auflösungsmittel und dem Aufgelösten anzusehen. Dieses Verhältnifs kann aber geändert werden.

durch Abkühlung des Auflösungsmittels; denn dadurch wird die Verwandtschaft verändert (245): so fällt Salpeter, der im heifsen Wasser aufgelöst worden, (zum Theile) nieder, wenn die Auflösung erkaltet;

durch Verdünstung (und Abdampfung) des Auflösungsmittels; denn mit dem Dunst entweicht der Gegensatz zum Aufgelösten. Alle Salzauflösungen lassen bei Ausdünstung des Wassers Salz fallen;

durch Veränderung des Auflösungsmittels, z. B. wenn zu einer Harzauflösung durch Alkohol, Wasser zugegossen wird, da tritt nothwendig ein anderes Kräfteverhältnifs ein;

durch Zusatz eines Stoffes, der mit dem Auflösungsmittel mehr verwandt ist, als das Aufgelöste: so füllt die Silberauflösung das Silber, wenn Alkali dem Auflösungsmittel beigesetzt wird;

durch Mischung des aufgelösten Stoffes mit einem andern, wodurch aller Gegensatz mit dem Auflösungsmittel aufgehoben wird, sonach die aufgelösten Theile mit dem hinzugethanenen Stoffe vereinigt, durch ihr eige-

nes Gewicht niederfallen. So präcipitirt das Kalchwasser die Kalcherde, wenn sie mit Kohlensäure verbunden, aufhört, dem Wasser verwandt zu sein.

*) Das Präcipitat (zumal das aus Salzauflösungen) erscheint vielfältig in regulären Formen, welche Crystalle genennt werden. Die Crystalle sind schon früher als Cohärenzphänomene betrachtet worden, und erhielten daher schon oben (35.) ihre Deutung.

282.

Arten der Fällung sind: a) die Gegenwirkung. b) Die Gradation. c) Die Incrustirung. d) Die Versteinerung.

a) Die Gegenwirkung (reactio chemica) ist eine chemische Operation, wobei durch Anwendung gewisser Mittel, der Geruch oder der Geschmack, oder die Farbe, oder die Durchsichtigkeit einer Auflösung geändert wird. Die Mittel, die zu diesem Zwecke dienen, heifsen gegenwirkende Mittel (Reagentien).

*) Beispiele der Gegenwirkung sind das Trübewerden des Kalchwassers, wenn Kohlensäure durch dasselbe strömet; die Röthung des Saftes blauer Kornblumen durch Säure, und das Grünfärben desselben durch Kalien, das Schwarzwerden einer Eisenauflösung durch gepülverte Galläpfel, u. s. w. Man bedient sich daher der Reagentien, die Gegenwart anderer Stoffe in irgend einer Auflösung zu entdecken. So giebt das Kalchwasser die Gegen-

wart der kohlensauren Luft an; der Saft der blauen Kornblume weiset auf die Gegenwart der Säuren, wenn sich eine Auflösung roth, hingegen auf das Dasein der Kalien, wenn sie dieselbe grün färbet. Wo Kalien zugegen sind, da färbt sich Curcummatinctur braun, die blutrothe Alcannatinctur veilchenblau, die Fernambuktinctur violet, u. s. w. — Die Gewinnsucht wendet Bleiglätte an, die sauren Weine zu versüssen. Diese der Gesundheit höchst nachtheilige Weinverfälschung wird entdeckt durch Wasser. welches mit Schwefelwasserstoff und etwas Weinstein beladen ist (Hahnenmann'sche Weinprobe). Dasselbe schlägt das mindeste Blei sogleich braun nieder. Die chemische Gegenwirkung ist wohl nichts als beginnende Präcipitation, und aus dem allgemeinen Grunde der Fällung zu erklären.

283.

b. Das Kochsalz gehört zu den gemeinnützigsten und unentbehrlichsten Salzen. Dasselbe wird von der Natur dem Menschen auch häufig dargeboten. Namentlich ist unser teutsches Vaterland reich am Wasser, das mit Kochsalz beladen ist (an Salzsoolen). Aber nicht alle Salzsoolen enthalten so viel Salz, daſs seine Bereitung den Aufwand der Kosten vergüten und noch Gewinn absetzen könnte, das heiſst, nicht alle Salzquellen sind ſudtmäſsig. Man kann aber eine Operation anstellen, wodurch eine an Inhalt arme Salzsoole durch Ausdünstung zur Sudtmäſsigkeit gehoben (graduirt) wird, eine solche Operation ist die Gradation.

Man veranstaltet nämlich eine solche Anrichtung, daſs das Wasser durch Pumpen in die Höhe gehoben, und durch horizontale Röhren fortgeleitet wird. Die Röhren sind durchlöchert, daſs das Wasser tropfenweise durchläuft, und auf Dornreiser (von Schwarz- und Weiſsdornen) niederfällt, wo es noch mehr zersplittert, und mit vermehrten Oberflächen die Luft berührt, sonach nur mehr verdünstet.

Die Dornen bilden eine Wand von 14 bis 24 Fuſs Höhe und 4 bis 7 Fuſs Breite, die man Gradirwand nennt, das abtröpfelnde Wasser sammelt sich unter der Wand in einem Behälter (Soolenkasten). Aus diesem wird das Wasser nun sudmäſsig (siedwürdig), durch frische Pumpen in das Siedhaus (Salzkothe) geschafft und in der Salzpfanne (von Eisen und groſser Fläche) durch Abdampfung immer mehr entwässert (versotten).

Sobald die Soole anfängt sich zu sättigen, so bildet sich an seiner Oberfläche ein Salzhäutchen, das sich immer mehr verdichtet, und endlich zu Boden fällt. Man nimmt dann diesen Praecipitat mit Schaufeln (Soggelstielen) heraus, läſst ihn in Körben, die über der Pfanne hängen, und unten spitzig auslaufen, abtröpfeln, und trocknet ihn dann vollends in der Darrstube.

*) Durch Verdünstung und Verdampfung der Salzsoolen entweicht das Auflösungsmittel, wo dann die Salztheilchen sich einander suchen, und durch ihr eigenes Gewicht zu Boden fallen.

284.

c. Eine Salzsoole enthält immer auch fremdartige Theile, besonders Gips. Wird durch Verdünstung des

Wassers der Soole in den Gradiranstalten (Leckwerken) das Auflösungsmittel vermindert, so sondern sich die dem Wasser am wenigsten verwandten Gipstheilchen, setzen sich allmälig an den Reisern der Gradirwand an, und umziehen sie mit einer Rinde (Dornstein).

Auch andere Wasser haben manchmal so viel Kalch, Mergel u. a. Erden aufgelöst, daſs sie die hineingelegten Körper überziehen, so, daſs sie steinigt erscheinen, aber ihre Figur behalten. Diese Eigenschaft hat namentlich das Carlsbaad. Ein solcher Vorgang heiſst Incrustation, und ist bloſs ein Erfolg der allmäligen Präcipitation der Erdtheilchen.

*) Die eingetauchten Körper sind als Stützpunct in einer gesättigten Auflösung zu betrachten, wodurch die Verbindung der aufgelösten Erden an der Oberfläche der eingetauchten Körper erleichtert wird.

**) Tropfsteine, Rindensteine und ihre Arten sind ähnlichen Ursprungs. Mit Röhren versehene Wassersteine, welche durch rinnendes Wasser (Wasser-Fäden, Canälchen) durchbohrt worden, heiſsen Stalaktiten im engern Sinne.

***) Die bald grauen, bald gelblichen, bald rothbraunen, bald schwarzen Farben der Incrustate sind den Beimischungen fremder Stoffe aus dem Pflanzenreiche, aus Eisenoxyden u. s. w. zuzuschreiben.

285.

d. Es geschieht nicht selten in der Natur, daſs organische Körper mit Ausnahme der fleischigten, von steinartigen oder metallischen Stoffen durchdrungen, oder ganz in Steine oder Erze verwandelt werden. Solche Vorgänge nennt man Versteinerungen (Petrificationen), und die dadurch veränderten Körper Pertificate. Die Versteinerungen fordern lange Zeit. Weiche und leicht zerstörliche Körper unterliegen daher keiner Versteinerung, bloſs die Räume, die sie in den Stein- oder Kohlen-Schiefern zurücklassen, kommen manchmal zum Vorschein, und die Erscheinungen heiſsen dann Abdrücke. Daher unterscheidet man z. B. Pflanzen-Versteinerungen und Pflanzen-Abdrücke (Pflanzenspursteine). — *Nämlich es können z. B. in den harten Pflanzen, die vom Wasser auflöslichen Theile durch wechselweises Streben zur Vereinigung abgesondert, und an deren Stelle Steintheilchen gefällt, und so die Poren der Pflanzen damit ausgefüllt werden. Die eigentliche Versteinerung z. B. eines Holzes findet nur in jenem Wasser statt, worin auch die Holztheilchen aufgelöst und an den Ort der abgesonderten Holztheilchen Theile von Stein angesetzt werden. Wodurch dann geschieht, daſs das Petrificat die Gestalt des Holzes beibehält, und noch Fasern, Blättchen, Aeste u. s. w. zeigt.

*) Diesemnach ist klar, warum man nur harte Pflanzentheile und Hölzer versteinert findet. Die meisten Versteinerungen liefern die Korallen und Conchilien. Von den Saugthieren hat man versteinerte Knochen und ganze

Skelete. Versteinerte Schnäbel und Klauen von Vögeln sind sich selten. Fischzähne und Fischknochen entdeckt man vielfältig versteinert, u. s. w. Ganz besonders merkwürdig ist, daſs die Versteinerung der Menschenknochen zu den seltenen Naturerscheinungen gehört. Zwar erzählen uns die Physiographen von einigen Seltenheiten dieser Art. Aber man muſs fragen: ob sie wohl auch hinlänglich beurkundet seien? Daraus, daſs entweder niemals, oder höchst selten versteinerte Menschenknochen gefunden werden, zog man sehr seltsame Schlüsse, und baute mitunter die abentheuerlichsten Hypothesen darauf, anstatt den Grund davon in der Nähe zu suchen. Menschenknochen sind keine Thierknochen, ob sie gleich in Hinsicht ihrer Form und ihrer Bestandtheile viel Aehnlichkeit mit einander haben: es muſs daher zwischen den Menschenknochen und Steinwassern ein besonderes dynamisches Verhältniſs statt haben, und sonach kann zwischen denselben das wechselweise Streben zur Vereinigung nicht hinreichen, die Menschenknochen aufzulösen und an die Stelle der abgesonderten Theilchen Steintheile zu präcipitiren. Oder: die Knochen der Menschen sind so zerstörlich, daſs sie die Zeit nicht ausdauern, welche zur Versteinerung erforderlich ist. — „Es muſs der Regel nach am ganzen menschlichen Leibe des Herrn Wort sich erwahren: pulvis es et in puluerem reuerteris!“ —

286.

2. Die Wiederherstellung (reductio) ist eine chemische Operation, wodurch oxydirte Metalle oder verbrannte (gesäuerte) Körper durch Absonderung des Oxygens wieder eine gleichartige Verbindung eingehen, und sonach mit den Eigenschaften hervorkommen, welche sie vor ihrer Veränderung hatten. Dieser Begriff beruht auf folgenden Versuchen:

1. Glühet man z. B. Mennig oder ein anderes Metalloxyd mit Kohlenstaub oder mit Zusatz eines zu Kohlen verbrennlichen Körpers: so wendet sich das Oxygen des Metalls zu der ihm mehr verwandten Kohle, und das Blei oder ein anderes Metall geht mit seinem Glanze, Dehnbarkeit und allen andern Eigenschaften eines Metalls hervor.

2. Mengt man Phosphorsäure und Kohlenstaub in einer Retorte, und setzt die Mengung einem heftigen Feuer aus: so verläſst das Oxygen den Phosphor und vereint sich mit dem Kohlenstoff: wo dann die gleichartigen Phosphortheile in Verbindung treten, und den Phosphor reducirt darstellen.

3. Man vermengt mit 2 Quentchen Schwefelsäure 10 Gran Phosphor, und setzt das Gemenge in einer metallenen Röhre dem Feuer aus. Der Schwefel tritt sein Oxygen dem ihm mehr verwandten Phosphor ab, und aus dem Processe geht ein Schwefel und gesäuerter Phosphor hervor. U. s. w.

*) Zur Herstellung der edlen Metalle reicht meistens Glühehitze hin, wobei das Oxygen durch die Wärme seiner Cohäsion mit dem Metall verlustigt, und in Luftform expandirt entweicht, und die Oxyde anoxydirt als Metalle zurück läſst.

**) Bei der Herstellung im Grofsen liegen grofse Stücke Oxyde zwischen glühenden Kohlen im Schachte des Schmelzofens. Wenn sie dann durch die Hitze in Flufs kommen, geben sie ihren Sauerstoff an den Kohlenstoff ab; das Metall wird hergestellt, träuft ab, und sammelt sich unten. — Wenn die Handwerker beim Löthen auf das Metall Geigenharz streuen oder mit Fett bestreichen, so ist dieses nur eine Anstalt, das allenfalls oxydirte Metall sogleich wieder herzustellen.

***) Die vorgebliche Wiederherstellung der organischen Körper (Palingnesie) ist entweder Schattenpalingnesie oder Taschenspielerei.

Chemische Mischung.

287.

Die Vereinigung ungleichartiger Theile (Stoffe) und ihre Verbindung zur Einheit, heifst Mischung (synthesis chemica). Wenn ein Stoff a mit einem anderen b eine chemische Mischung eingeht, so nimmt a von b nur ein bestimmtes und unveränderliches Mafs auf. So giebt es auch chemische Mischungen, welche Gemische aus zwei Stoffen a und b enthalten, aber immer in bestimmten und unwandelbaren Mengen.

Diese Wahrheit wurde in ihrer ganzen Wichtigkeit von Richter aufgefafst, auf die Grundtheilen (Grundstoffe) angewandt, und die glückliche Erfindung gemacht, die Mengen-Verhältnisse

der Grundstoffe unter einander und auch eines Gemisches mit dem anderen in Zahlen auszudrücken.

Dadurch entstand eine Mathematik der Chemie, welche eben von Richter den Namen erhielt „Stoechiometrie" (die Kunst, die Verhältnisse der Grundstoffe in der Mischung nach Mafs und Gewicht zu bestimmen). Diese Kunst erhielt in jüngster Zeit erst ihre gehörige Würdigung und Ausbildung von Berzelius, Dalton, Doeberciner, Bischof u. a.

*) Durch die chemische Mischung kommen immer neue Producte zum Vorschein, in denen die Mischungsstoffe nicht mehr wahrnehmbar sind, also Dinge von besonderem Wesen. Gehen aber die besondern Wesen, wie wir zeigten, aus einem bestimmten unveränderlichen Verhältnifs dynamischer Kräfte hervor (8. *), so mufs allerdings jedes Mischungs-Verhältnifs bestimmt und unveränderlich sein; denn die Stoffe, welche die Mischung eingehen, sind nur Erscheinungen der dynamischen Kräfte (8.).

**) In Hinsicht der besondern Mischungen sind hier dem Physiker vornehmlich wichtig

1) die Mischung des Stickstoffs und Sauerstoffs zur Hervorbringung der gemeinen Luft, und

2) die Mischung des Wasserstoffs und Sauerstoffs zur Erzeugung des Wassers.

288.

1. Mischung zur Hervorbringung der gemeinen Luft. Lavoisier mischte zu 1/6 Oxygenluft 5/6 Stickluft, und das Gemische gab eine Luft, welche da zeigte die Eigenschaften der gemeinen Luft.

*) Die vielmale wiederholten Versuche gaben, dafs die Mischung aus 21 Th. Sauerstoff und 79 Th. Stickstoff genauest die gemeine oder atmosphärische Luft darstellen. Und sonach ist es durch die Synthese gleichwie durch die Analyse (258.) factisch erwiesen: die gemeine Luft sei Oxygen in Luftgestalt, dem mehr als ein Drittel Azotluft beigemischt ist.

289.

2. Mischung zur Erzeugung des Wassers. Macquer beobachtete zuerst, dafs sich beim Verbrennen der entzündlichen Luft (Hydrogenluft) Wasser erzeuge. Diese Beobachtung war auch Aufforderung an die Naturforscher, die Hervorbringung des Wassers durch Mischung zu versuchen. Cavendisch (ein Engländer) brachte 1781 die Bildung des Wassers durch Verbrennung des Gemisches aus Hydrogen- und Oxygenluft wirklich zu Stand. Da die Hervorbringung des Wassers grofsen Widerspruch bei den Naturforschern fand, so gab sich der genialische Lavoisier an die Versuche, um mit Mafs und Gewicht in der Hand die Wassererzeugung aufser Zweifel zu setzen.

1. Lavoisier wählte zu seinen Versuchen einen grofsen gläsernen Ballon A (Fig. 28. Taf. II.), der eine grofse Oeffnung hatte, und ungefähr 50 Pinten Wasser

fafste. An die Oeffnung wurde eine kupferne Platte a b angeküttet; durch diese kupferne Platte giengen vier Röhren e f, g h, b d, n o. Die Röhre b d hatte Gemeinschaft mit einer Luftpumpe; eine andere Röhre e f war in Verbindung mit einem Gefäfs, worin sich Sauerstoffluft befand; eine dritte Röhre g h gieng in einen Behälter von reinster Wasserstoffluft, und lief mit einem Ende etwas tief im Ballon bei i in eine sehr feine haarförmige Oeffnung aus. Endlich war noch eine gläserne Röhre n o in die kupferne Platte eingesetzt, durch welche ein Metalldrath gieng, und sich in ein Kügelchen endigte.

Die drei Röhren e f, g h und d d waren mit einem Hahn bei p, q und r versehen, und die Röhre g h enthielt noch vorderhalb bei h trockene Blättererde (oder trockene Salzsäure, oder salpetersauern Kalch), um die durchgehende Wasserstoffluft von allen feuchten Theilen möglichst zu befreien (auszutrocknen).

Nach dieser Vorrichtung liefs Lavoisier den Ballon A durch die Röhre b d von der gemeinen Luft leer pumpen; alsdann schlofs er den Hahn r. Jetzt öffnete er die Hahnen der andern beiden Röhren bei p und q, und leitete dadurch die Sauerstoffluft und die Wasserstoffluft im berechneten Verhältnifs hinein. (Um die Bewegung der Luftarten in den Ballon leichter zu bewirken, war ein besonderer Mechanismus bei den Luftbehältern angebracht, wodurch die Luftarten gedrückt wurden gleich 2 bis 3 Cubikzoll Wasser).

Nachdem die Mischung vollbracht war, liefs Lavoisier durch den Drath n m einen elektrischen Funken auf i schlagen, wodurch dann die Mischung sich entzündet hatte.

Der Erfolg war: während dem Brennen des Gemisches bildeten sich Wasserdünste, die sich an der

inneren Wand des Ballons ansetzten, und das Glas verdunkelten; die Dünste häuften sich nach und nach so an, daſs sie in Tropfen zusammen rannen, abträuften, und sich auf dem Boden als Wasser sammelten (System der antiphlog. Chemie. Berlin 1792. (Von Hermbstädt übersetzt). I. Th.

*) Dieses Verbrennen des Gemisches von Wasserstoff und Sauerstoff war wohl wie jedes Brennen eine Säurung des verbrennlichen Stoffes durch Oxygen (275.) oder dynamisch ausgesprochen „ein Uebergang zweier räumlichen dynamischen Differenzen zur räumlichen Indifferenz," wobei die contractive Kraft die expansive in einem solchen bestimmten Verhältniſs beschränkt, daſs ihre Erscheinung „Wasser" giebt.

**) Eine Haupteinwendung gegen den Versuch Lavoisier's war: das Wasser sei den Luftarten, vornehmlich der Wasserstoffluft beigemengt gewesen, sonach durch Verbrennung das schon vorhandene Wasser aus der Luft bloſs ausgeschieden, und nicht erzeugt worden. Lavoisier schlug aber diesen Einwurf dadurch nieder, daſs er die Luftarten vor dem Verbrennen vom beigemengten Wasser befreit und ausgetrocknet hatte. Auch bewiesen seine wiederholten Versuche, daſs aus Verbrennung der Hydrogen- und Oxygen-Luft genau so viel Wasser dem Gewichte nach hervor gieng, als das Gewicht der Luftarten betragen. Die Versuche wurden nachher noch von vielen anderen ausgezeichneten Chemisten angestellt, und die nämlichen Resultate erhalten. Ich führe nur noch den Versuch an, welchen Lavoisier, Four-

croy, Seguin, Vanquelin und Arejula mit höchster Vorsicht und Genauigkeit ausgeführt hatten.

290.

Die genannten Naturforscher bereiteten sich eine möglichst reine Oxygen- und Hydrogen-Luft, und liefsen die Mischung recht langsam verbrennen.

Die beiden Luftarten betrugen an Gewicht zusammen 12 Unzen, 4 Quentchen und 49 Gran.

Das nach geendigtem Versuche gesammelte Wasser war = 12 Unzen, 4 Quentchen und 45 Gran, dafs also der Unterschied zwischen den angewandten Luftarten und dem entstandenen Wasser nur = 4 Gran gewesen. Ein Fehler, der bei so delicaten Versuchen wahrhaft = 0 zu achten.

*) Man darf daher die Erzeugung des Wassers durch Verbrennung eines Gemisches aus Wasser- und Sauerstoff für eine siegreich erwiesene Thatsache annehmen.

**) Wiederholte Versuche lehrten: dafs dem Gewichte nach, 85 Th. Oxygenluft und 15 Th. Hydrogenluft nöthig seien, um 100 Theile Wasser hervorzubringen.

291.

Seitdem Volta's Säule in den Händen der Chemisten ist, hat die Zersetzung des Wassers in Hydrogen und Oxygen und die Wiedererzeugung des Wassers aus verbrennter Mischung von Hydrogen und Oxygen nur neue Bestätigung erhalten. Aber die theoretische Ansicht hat sich geändert. Man sieht die Erzeugung des Wassers durch Mischung, wie

die Zersetzung desselben für einen elektrischen Procefs an, und meint: „die Wassererzeugung“ sei weiter nichts anderes, als eine elektrische Ausgleichung des Hydrogens = + E und des Oxygens = — E. Allein „die Elektricität“ als solche, gleicht sich nur an den Oberflächen der Körper aus. Wollte man aber in den angeführten Fällen „die chemische (räumliche) Elektricität“ wirksam setzen: so würde dieses ohne allen Grund, somit höchst willkührlich geschehen, zumal bei den angestellten Versuchen keine Spur des Elektro-Chemismus vorkommt, und der ganze Vorgang aus den Gesetzen des gemeinen Verbrennungsprocefses hinlänglich erkannt wird, und sonach die Zuflucht zu irgend einem andern Grunde fehlerhaft ist (3. ***).

*) Bisher war die Zersetzung und die Mischung samt ihren vorzüglichen Phänomenen, jede insbesondere, Gegenstand unserer Forschung. Es giebt aber chemische Erscheinungen, wobei Zersetzung und Mischung zugleich auf eine eigene Weise vorkommen; solche Erscheinungen liefert uns „die Gährung,“ von der nun ausführlich zu handeln ist.

Die Gährung.

292.

Nachdem aus den Pflanzen oder Thieren das Leben entwichen ist: so fallen sie der materiellen Natur heim, aus der sie gebildet worden sind. Vornehmlich zieht sie nun der chemische Procefs in

sein Gebiet, und unterwirft sie der Gährung. — „Die Gährung“ ist aber eine chemische Operation, wobei in einem Pflanzen- oder Thierstoffe durch innerliche Bewegung „Zersetzung und Mischung zugleich“ vorgeht, daſs ihre Qualitäten ganz geändert und neue erzeugt werden.

Das durch Gährung Hervorgebrachte (das Product) kann

weinigt,
sauer
oder faul

sein. Daher unterscheidet man dreierlei Gährungsarten: a) die weinigte, b) die saure und c) die faule.

Die Pflanzenstoffe können alle drei Gährungsarten durchgehen, hingegen die Thierstoffe (wenn wir die Milch ausnehmen) nur die saure und die faule.

Die Gährung folgt ohne oder mit Zusatz (natürlich oder künstlich). Ein Zusatz, welcher die Fähigkeit hat, Gährung zu bewirken oder zu befördern, heiſst Gährungsmittel (fermentum).

293.

a) Weingährung. Jene Gährung, wodurch Wein oder Weingeist erzeugt wird, heiſst die Weingährung. Materien, welche Pflanzen-Eiweiſsstoff und Zuckerstoff enthalten, sind der Weingährung fähig.

*) Zucker, ein ganz besonders geartetes wesentliches Pflanzensalz, besteht aus 28 Theilen Kohlenstoff, 18 Th. Wasserstoff und 64 Th. Sauerstoff (nach Lavoisier). Derselbe gährt für

sich nicht; man mufs ihm Eiweifsstoff beimischen, um ihn in Gährung zu setzen.

294.

Ausgeprefster Traubensaft (Most), welcher gehörig mit Wasser verdünnt ist, und an einem Orte steht, wo die Wärme nicht unter 55 und nicht über 70 Gr. Fahrenheit. Scale geht, unterliegt vorzugsweise der Weingährung, wobei folgende Erscheinungen vorkommen:

a. Die Masse schwillt unter einer innerlichen Bewegung auf;

b. es kommen aus ihr Blasen hervor, welche einen Schaum bilden, und zerplatzend eine kohlensaure Luft frei lassen;

c. aus dem Inwendigen her ist ein leises Gezische wahrzunehmen;

d. der Most trübt sich;

e. allmälig verlieren sich diese Erscheinungen; ein Gemenge von schleimigter, eiweifstoffhaltiger Materie u. a. fällt als Hefe (Bodenhefe) nieder; die Masse wird helle und klar, und besitzt einen Geruch und Geschmack, der von dem des Mostes ganz verschieden — weinigt ist.

Das Alte wurde also zerstört und Neues ist hervorgegangen, aus Most ist durch Gährung Wein geworden!

*) Man keltert auch aus zuckerstoffhaltigem Obst Most (Cider): derselbe kommt gleichmäfsig in die Weingährung, und zeigt die nämlichen Erscheinungen.

295.

Nach chemischen Untersuchungen enthalten die der Weingährung fähigen Stoffe nebst dem Zucker und Pflanzenschleim (Pflanzen-Eiweifsstoff, materia albuminosa vegetabilis), Wasser, wesentliche Salze u. a. Die Hauptveränderung, welche daher der Most erleidet, besteht wohl darin, dafs der Zucker zersetzt und die anderweitige Mischung vereinfacht wird. Der Procefs ist den Erscheinungen zufolge dieser: das Wasser gewinnt bei der Temperatur, welcher die gährende Masse ausgesetzt wird, an Verwandtschaft zum Zucker und andern auflöslichen Theilen. Bei innigerer Berührung, die es mit dem Zucker eingeht, wendet sich sein Kohlenstoff zum Oxygen des Wassers, und zersetzt es, sich mit dem Oxygen verbindend; wobei sich dann der Zucker mehr hydrogenirt, während die Kohlensäure in Luftgestalt entweicht, die Gährungsmasse etwas aufbläht, und in Blasen, die mit andern anhängenden Theilen den Schaum (die Oberhefe) bilden, hervorbricht und frei wird. Indessen suchen sich auch die anderen aufgelösten Stoffe, nach dem Grade der Verwandtschaft: wobei sich dann die Masse trüben mufs, bis endlich die Gegensätze einander findend, sich vereinen, und der flüssigen Masse fremdartig (unverwandt) durch ihre eigene Schwere als Hefe zu Boden fallen, wodurch sich dann die Masse kläret, und Wein wird.

*) Diesemnach erklärt man sich ferner: a) warum die Gährung gehörig lange dauern müsse; sonst bleiben im Weine zu viele ungegohrne Theile zurück, die dann bei irgend einem Anlafs als Gährungsmittel wirken, den Wein trüben oder gar verderben;

b) warum die Weine schäumend (mousirend) werden, wenn man die Gährung aus Absicht unterbricht und den Wein in Bouteillen verkorkt, z. B. der Champagnerwein;

c) warum im gegohrnen Weine dennoch immer eine stille unmerkliche Gährung fortwirkt (fermentatio consecutiua), wobei das Zuckerhaltige immer mehr entkohlt und hydrogenirt, sonach der Wein immer geistiger werde;

d) warum die alten Weine (wenn sonst alles gleich ist) viel besser als die jungen sind;

e) warum aus Trauben, deren Saft Ueberfluſs an Zuckerstoff haben, süſse Weine gewonnen werden. — Griechenland, die Inseln des Archipelagus, die canarischen Inseln, Spanien, Italien, Oberungarn, das Vorgebirg der guten Hoffnung u. a. m. liefern Trauben, die mit Zuckerstoff so beladen sind, daſs sie süſse Weine geben, zumal, wenn man sie am Stocke oder bei der Ofenhitze so austrocknen läſst, daſs sie zusammen schrumpfen. In Spanien, besonders bei Mallaga, kocht man den Most bis zur Sirupdicke ein, mischt ihn dann zur Hälfte mit frischem Most, und läſst ihn gähren. Auf solche Weise erhaltener Wein wird genennt trockener, gekochter Wein (Vinum coctum, Vino secco). Im Unterelsaſs legt man gute reife Trauben auf Stroh, und läſst sie im geheitzten Zimmer gehörig eintrocknen; worauf sie wie Mallaga (und Tockaierwein) behandelt werden. Der entstandene Wein heiſst daher Strohwein;

f) warum man den gegohrenen Wein in Fässer bringen müsse, die sehr reinlich mit

Wasser ausgespühlt, und bei weifsem Wein mit Schwefel getränkten Lappen, bei rothem mit Muscaten oder etwas Weingeist eingebrennt sind, um alles Frement und die atmosphärische Luft, die ihren Sauerstoff an die Weine giebt, zu entfernen. Wornach dann die Fässer wohl gespundet und immer voll erhalten werden müssen;

g) warum die Weine in einem kühlen Keller aufzubewahren sind, der luftig und nicht zu sehr dem Froste ausgesetzt ist. U. s. w.

**) Aus jungen sauren Weinen schlägt sich ein säuerliches Salz nieder., welches Weinstein (tartarus) genennt wird, und von weifser oder röthlicher Farbe ist, nach Beschaffenheit der Weine, die ihn absetzen.

296.

Die Weine zeigen Unterschiede in Hinsicht auf Geschmack, Geruch und Farbe; dieselben gründen sich auf den Extractivstoff, der aus den Körnern und Kämmen hervorgeht. Daher sagt man, die Weine haben ein Gefährte (le Bouquet), z. B. den Erdgeschmack (le gout de terroir), den Steingeschmack (de pierre de fusil), das Muscatellern (le muscat), u. s. w. Einige Weine, zumal rothe, führen einen zusammenziehenden Stoff bei sich.

*) Die Gewinnsucht hat Weinfabriken errichtet, und gerade die kostbarsten und beliebtesten Weine verfälscht. So bringen sie Pontak und Burgunder durch Alaun und Heidelbeeren, Franzwein durch gerösteten Zucker, Mallaga

durch in Zucker geröstete Mandeln, Rosinen; Muscatwein durch Muscatnüssen und Blüthen, Champagner durch Johannisbeerensaft mit vielem Zucker und etwas Pottasche, Sect durch Rohzucker etc. nachgemacht in den Handel. Die Habsucht begnügt sich aber nicht mit Weinverfälschungen, sondern vergiftet sie auch, vornehmlich mit Bleiglätte, um junge saure Weine zu versüſsen! (282.).

297.

In Ländern, wo keine Weinberge sind, vertreten die Stelle des Weins „Bier" und „Branntwein." — Die Bereitung des Biers fordert Kunst. Das Material, woraus Bier gebraut wird, ist das Getreid und namentlich die Gerste, welche schlechtes Brod aber gutes Bier liefert.

Zwar ist das Getreid für sich zu wenig zuckerhaltig, als daſs es die Weingährung bestehen könnte. Man muſs aus dem Getreid erst einen Theil der Materie, welche zur weinigten Gährung nicht taugt, ausscheiden, und sonach den Zuckergehalt respectiv vermehren. Das Verfahren dabei heiſst das Malzen, und wird so veranstaltet.

Man übergieſst die Gerstenkörner bei mäſsiger Temperatur mit kaltem Wasser (10° — 12° Reaum.), so daſs dieses einige Zoll hoch darüber steht. Das Wasser wird aus dem Bottich (Malz-Quell-Bottich), welcher am Boden ein mit Stroh versehenes Zapfenloch hat, alle 12 Stunden abgelassen, und dann die Benetzung (Einweichung) wiederholt so lange, bis sich der Saame weich angreifen läſst, die Spitzen über den Nagel sich biegen und sich ein wenig öffnen. Das so ge-

weichte Getreid wird in einer kühlen Kammer, deren steinerner Boden (Wachsplatz) ein wenig abhängig ist, in wenig Zoll hohe Schichten ausgebreitet, und wenn es nur noch wenig feucht ist, in 8 bis 16 Zoll hohe Beete aufgehäuft. Sobald der hervorgewachsene Keim ungefähr 2 Drittel der Länge des Korns hat, ist das Keimen durch schnelle Abtrocknung zu hemmen. Dieses geschieht entweder bloſs dadurch, daſs man das Malz auf sehr luftigem Boden dünne ausbreitet (Luftmalz), oder daſs man es in geheizten Darrstuben austrocknet (Darrmalz).

Das Malz wird hierauf nach Absonderung der Keime grob geschrotten, zuerst mit kaltem Wasser im Maischbottich umgerührt, und dann mit heiſsem Wasser aus der Braupfanne übergossen und tüchtig gerührt; alsdann in die Braupfanne gebracht und so lange gekocht, bis sich das Decoct kläret. Diese klar abgelassene Abkochung, mit aufgelösten Schleimzucker beladen (die Würze genennt), wird mit Hopfendecoct, oder besser mit Hopfeninfusion tingirt schnell abgekühlt, (im Kühlstock, Schiff).

Der Würze wird nun Hefe (am besten Oberhefe) als Gährungsmittel zugesetzt, in den Gährbottich gebracht, und an einem mäſsig warmen Orte (von etwa 80 — 95 Fahrenh.) der Gährung überlassen. Wo dann die nämlichen Erscheinungen wie beim Most zum Vorschein kommen, und auf dieselbe Weise zu erklären sind.

Ist die merkbare Gährung beinahe beendigt, so bringt man das Bier auf ausgebichte Lagerfässer in kühle Keller, und läſst es langsam ausgähren.

298.

Das Malzen bedingt, wie es erhellet, die Bereitung des Biers. Dasselbe ist eine Art künstlicher Vegetation, bei welcher die zur Gährung untaugliche Materie, die Colla, ein thierisch-vegetabilischer Stoff, in den Keim getrieben wird, wo dann der Rückstand so zuckerhaltig wird, daſs die Weingährung statt finden kann.

Das gut gebraute Bier ist auch wirklich ein weinigter Trank, nicht so geistig wie Wein, aber nahrhaft wegen des beigemischten Pflanzenschleims.

*) Der Unterschied zwischen braunem und weissem Bier rührt daher, daſs das weiſse Bier aus Luftmalz mit wenig Hopfenzusatz, hingegen das braune Bier aus Darrmalz und mit mehr Hopfenzusatz bereitet wird. Die übrige groſse Verschiedenheit des Biers ist abhängig von der Verschiedenheit des Malzes, des Darrens, des Verhältnisses des Wassers zum Malze, der Beschaffenheit des Wassers, der Dauer des Kochens, der Menge der zur Würze gesetzten Hefe, der Ausziehung des Hopfens, der Dirigirung des Gährens, u. s. w. Das Brauen eines guten Biers ist daher eine wahre Kunst und fordert Verstand, Fleiſs und Aufmerksamkeit.

**) Ein gutes Bier muſs gehörig gehopft und bemalzt, helle, klar und etwas geistig sein, einen mäſsig bittern und lieblichen Geschmack haben, und darf, mäſsig genossen, den Magen und den Kopf nicht beschweren.

***) Der Hopfen (die Häupter desselben, coni strobili) ist das geeignete Gewürz des Biers,

das durch kein anderes Gewächs bisher hat ersetzt werden können. Da aber der Hopfen in ziemlich hohem Preise steht, so erlauben sich die Bierbrauer gerne, den Hopfen durch andere Vegetabilien zu surrogiren, namentlich durch Quassia, Cubeben, Bitterklee, Weidenblätter, Porst u. a. Höchst strafbar ist aber die Gewohnheit, dem Biere, um es berauschend zu machen, wilden Rosmarin, Bilsenkraut, Samen von Lolch, Kokelskörner, Opiate u. a. zuzusetzen.

****) Die Kunst des Bierbrauens. Von J. Ch. Simon. Dresden 1771. Anleitung zu der Kunst des Bierbrauens. Von F. A. Paupin. 2 Thle. 1794. Chemische Grundsätze die Kunst Bier zu brauen. Von S. Fr. Hermbstädt. Berlin 1814. u. a.

299.

„Branntwein“ kann aus allen mehligten Saamen (Getreid, Kartoffeln etc.), aus allen Obst (Kern- und Steinobst, Beeren etc.), aus Weinhefe, Weintrestern, u. s. w. nach ihrer Gährung durch Destillation erzeugt werden. Branntwein (vinum adustum) ist eine flüssige Substanz, durchsichtig, klar und ohne Farbe, besitzt einen starken Geruch und brennenden Geschmack. Man unterscheidet daher Getreid- Obst- Frucht- und Weinbranntwein.

Der beste Branntwein ist der von Weinhefe (rheinischer Branntwein) und der aus Weintrestern (Franzbranntwein); hierauf folgt der Obstbranntwein, vorzüglich aus Zwetschen und

süſsen schwarzen Kirschen (Zwetschen- und Kirschenwasser), dann der aus Roggen (Kornbranntwein).

Korn- (und Kartoffel-) Branntwein hat einen etwas unangenehmen Nebengeschmack und Geruch. Dieser Branntwein (Läuter, Lutter) wird daher durch eine zweite Destillation mit Zusatz von ausgeglühten Kohlenstaub geläutert.

*) Besonders merkwürdig ist Arrak aus Reis und Rum (Caſſia) aus Melasse. Aus Pferdmilch, welche höchst reich an Milchzucker ist, bereiten die Tataren guten Branntwein.

300.

Werden Branntweine, mit denen bei der Destillation immer noch andere flüchtige Theile als Wasser, Essigsäure, brandiges Oel, brenzliche Säure u. a. übergehen, einer zweiten Destillation (Rectification) ausgesetzt, so erhält man gereinigten Weingeist (spiritus vini rectificatus). Wird die Destillation mit dem Uebergetriebenen nochmal oder öfter wiederholt, so gewinnt man den höchst gereinigten Weingeist (spiritus vini rectificatissimus) den Alkohol. Der Alkohol ist von starkem angenehmen Geruch und brennend hitzigem Geschmack; friert in der gröſsten Kälte nicht; brennt sehr leicht mit blaulicher Flamme ohne Rauch und Ruſs, und läſst weder Kohle noch Wasser zurück: weſswegen er auf Pulver gegossen dieses wegbrennt, oder Baumwolle, die mit ihm benetzt ist, in Flamme setzt.

301.

b. „Essiggährung.“ Wenn Massen, welche die Weingährung überstanden haben, bei erhöhter Temperatur (von 20° R. und darüber) der gemeinen Luft ausgesetzt werden; so gehen sie in die saure Gährung über. Es entsteht aus Wein Weinessig, aus Obstsäften Obstessig, namentlich aus Apfel- und Birn-Saft Cideressig, aus Malzaufguſs oder aus der Würze Bieressig, u. s. w.

302.

Die Erscheinungen des Processes können füglich wahrgenommen werden in einer Bouteille, die man z. B. zur Hälfte mit Frankenwein füllt und zustöpselt.

a. Nach mehrern Tagen fängt sich der ruhig stehende Wein etwas zu trüben an;

b. es bildet sich an der Oberfläche eine kahnigte Haut;

c. die Trübung des Weins nimmt zu;

d. es trennt sich von der Masse eine fadenförmige Materie, welche sich nach und nach zu Boden sezt;

e. der Bodensatz mehrt sich, und bildet eine Hefe.

f. Das Flüssige wird wieder klar und helle.

Oeffnet man nun den Pfropf: so findet man die Luft azotisch; das Flüssige riecht und schmeckt sauer; d. i. der Wein ist Essig geworden.

*) Die Luft, welche an den von Neuem gährenden Wein ihr Oxygen abgiebt, hat also groſsen Antheil an der Säurung des Weins. Bei erhöhter Temperatur entstehen aber auch neue Verwandtschaften, wodurch aus dem

Zuckerstoff und aus dem Pflanzenschleim Oxygen entbunden, und durch dasselbe das Flüssige gesäuert werden kann. „Auch hier arbeitet die Natur auf Vereinfachung zusammengesetzter Materien."

**) Hefen von saurem Weine (Essigmutter) Weinstein, Sauerteig, in Essig geweichtes Brod u. a. sind Essigfermente.

***) Der gute Essig ist helle und klar, angenehm von Geruch und sauer von Geschmack. — Auch Essig wird verfälscht durch Schwefelsäure oder, was für die Gesundheit nachtheiliger ist, durch scharfe Pflanzen, als da sind spanischer Pfeffer, Seidelbast u. a. — Demachy Kunst des Essigfabrikanten etc. Leipzig 1887.

****) Zu den Arten der Essiggährung gehört die Brodgährung.

303.

Die Brodgährung. Backt man ein mit Wasser angerührtes Mehl, von Waizen oder Roggen: so erhält man einen Mehlkuchen, der zähe, schwer und ziemlich unverdaulich ist.

Bereitet man mit Mehl einen Teig, und stellt ihn dann an einen warmen Ort, so schwillt er auf, und wird mit vielen Luftblasen angefüllt; es entwickelt sich ein säuerlicher aber zugleich etwas geistiger (weiniger) Geruch. Der Teig kommt endlich in eine wirkliche Essiggährung; wird von saurem Geschmack, und ist das, was wir Sauerteig (fermentum panis) nennen.

Knetet man Etwas von diesem Sauerteig unter anderen Mehlteig: so geräth dieser bald an einem warmen Orte in eine ähnliche Gährung, wobei sich eine Menge Kohlensäure entwickelt, und da sie wegen Zähigkeit des Teiges nicht entweichen kann, sich durch die Wärme ausdehnt, und den Teig auftreibt (gehen macht).

Durch das Kneten und Wirken, welches mit dem gegangenen Teige vorgenommen wird, wird das Ferment mit der ganzen Mehlmasse vermengt, auch Luft von aufsen aufgefangen und eingewirkt, welche dann mit der sich immer mehr erzeugten Kohlensäureluft beim neuen Gehen den Teig auftreibt, und im Ofen, in der Hitze, die ganze Teigmasse mit Blasen füllt, sie dadurch locker, voll Augen und mürbe macht.

Zu weifsem Brod (aus Waizen oder Kern) bedient man sich anstatt des Sauerteigs der Hefe von weifsem Bier, defsgleichen bei Mehlspeisen.

*) Auch bei der Brodgährung erfolgt die saure Gährung nach der Weingährung, obwohl diese wegen Mangel des Zuckerstoffes sehr vorübergehend ist. Die Erscheinungen sind nach 295 und 302 zu erklären.

304.

c. „Die faule Gährung.“ 1. Werden Pflanzenstoffe a) in Ruhe gesetzt; b) hat die Luft freien Zutritt zu ihnen, und c) stehen sie in einer warmen Temperatur: so lösen sie sich unter einem eckelhaften Uebelgeruch gänzlich auf, und gehen theils in Dunstgestalt, theils in Luftform davon, dafs nur mehr Erdigtes zurück bleibt.

2. Wird ein thierischer Stoff, z. B. frisches Rindfleisch in einem offenen Glasgeschirre einer mäſsigen Wärme ausgesetzt, so vermindert sich anfangs sein Zusammenhang, und bald wird ein dummlicher Geruch wahrgenommen. Hierauf entsteht ein säuerlicher Geruch, auf welchen ein sehr unangenehmer stinkender folgt. Die Farbe des Fleisches wird blaulicht, sein Geschmack widrig, sein Zusammenhang immer schwächer, das Gewicht des Fleisches nimmt ab, seine organische Structur wird gänzlich aufgelöst; es fängt an zu zergehen, unter einem Geruch, der urinös und unerträglich stinkend ist. Nach und nach zerflieſst das Fleisch in eine Jauche, die ihre feuchten Theile immer mehr verdünstet, und endlich ausgetrocknet eine kleine Menge zerreiblicher, schwarzgrauer unschmackhafter Erde zurückläſst.

*) Blut, die Lymphe, Galle u. a. alsdann Käse und alle Pflanzenstoffe, welche Colla und Eiweiſsstoff enthalten, durchwandern die nämlichen Veränderungen.

**) Eine Fliege kann ein groſses Stück Fleisch in Fäulniſs setzen; ein Faulfleck steckt (durch trockene Fäulniſs) einen ganzen Balken an, u. s. w. Es giebt daher auch faulmachende Gährungsmittel.

305.

Diesemnach ist die eigentliche Fäulniſs „die faule Gährung“ (putredo) eine chemische Operation, wobei organische Stoffe (Pflanzen- und Thierstoffe) unter einer innerlichen Bewegung gänzlich aufgelöst, und unter dem eckelhaftesten Geruch zersört werden.

*) Es gehen oft Dinge in eine Art Fäulniſs über (verderben unter Uebelgeruch) die nicht organisch sind, z. B. das stehende Wasser. Ein solches Verderben ist eine uneigentliche Fäulniſs.

**) Die Fäulniſs bringt oft Nachtheil. Da wir die Bedingungen der Fäulniſs kennen, so sind wir auch im Besitze mancher Mittel gegen die Fäulniſs. Dergleichen sind:

1. Die Austrocknung, dadurch wird nämlich das zur Fäulniſs erforderliche Wasser abgesondert. Darum werden Pflanzen, Insecten, anatomische Präparate u. a. in luftigen Kammern der Luft ausgesetzt, Obst gedarrt u. s. w.

2. Die Kälte, welche die innerliche Bewegung hindert, oder die feuchten Theile gar fest macht. Fleisch, Fische, Geflügel u. a. bleiben in den Eisgruben in Mitte des Sommers stets frisch, u. s. w.

3. Das Ueberziehen mit Wachs, Fett, Zucker, Harz u. a., wodurch die zur Fäulniſs nöthige Luft abgehalten wird. Darauf beruht das Condiren gewisser Früchte, Wurzeln u. a.

4. Stoffe, welche die Mischung ändern, als Essig zur Bewahrung des Wildprets u. d. gl. Gerbestoff zur Erhaltung der Viehhäute, Kochsalz und Salpeter zur Einsalzung des Fleisches, u. s. w. Holzrauch, welcher ins Innere eindringt, und die Luft abhält.

5. Weingeist zur Bewahrung verschiedener organischer Gebilde, Embrionen, Eingeweidwürmer, u. a.

6. Holzkohlenstaub hindert die Fäulnifs des Fleisches und den stinkenden Geruch (Lowitz). U. s. w.

***) Das Faulen des Wassers wird besonders Schiffleuten verderblich. Meistens sucht man das Wasser durch Staub durchglühter Holzkohlen vor Verderbnifs zu verwahren. Jüngst schlug Pernet vor, dem Wasser = 250 Th. fein zerriebenes Manganoxyd 1 1/2 Th. beizusetzen, und das Gemenge alle 14 Tage zu rühren. Seinen Versuehen zufolge verderbt ein solches Wasser nie.

306.

Vergleicht man die Erscheinungen der eigentlichen Fäulnifs, die wir (304.) vorgeführt haben: so erhellet, dafs hier die Naturkräfte die höchste Vereinfachung (die gröfste Entmischung) zu bewirken streben. Die Entweichung der aufgelösten Stoffe geschieht bei der Fäulnifs in unsichtbaren Dämpfen, Dünsten und in Luftform. Allein es ist die Frage: worin besteht der ganze Procefs der faulen Gährung?

307.

Der eigentliche Vorgang der faulen Gährung gehört immer noch zu den Dunkelheiten der Natur. Ich versuche sie indefs zu beleuchten. Wir wissen aus Beobachtung, dafs Dinge, welche in gemeiner Luft faulen, den Sauerstoff aus ihr einziehen, und dafs die organischen Stoffe in der Sauerstoffluft am schnellsten eckelhaftest riechen. Da nur solche Dinge faulen, welche eine

thierische Mischung haben, also auch Stickstoff und Phosphor enthalten, und der Sauerstoff die Mischung mit Stickstoff und Phosphor mächtig anstrebt: so muſs der Sauerstoff, welcher die Fäulniſs zu bedingen scheint, in den organischen Substanzen, welche die saure Gährung überstanden haben, ein ganz eigenes Verwandtschafts-Verhältniſs einführen, wodurch sich die Gegensätze suchend, eine völlige Auflösung aller auflösbaren Dinge bewirken, wo dann die Stoffe vereinfacht in Dampf- und Luftform entweichen, und nur mehr Erde zurücklassen. Namentlich entwickelt sich während dem Processe Wasserstoffluft, die zu Phosphor, den Kohlenstoff, den Schwefel und Stickstoff, welche Bestandtheile der faulenden Stoffe sind, groſse Verwandtschaft hat. Es mischt sich daher die Wasserstoffluft mit diesen Materien, und es entsteht gephosphorte, gekohlte und geschwefelte Luft, alsdann Ammoniak (eine Mischung aus Stickstoff und Wasserstoff, nach Berthollet) von denen man aus andern Versuchen weiſs, daſs sie höchst übeln Geruch erzeugen.

308.

Uebrigens ist die Fäulniſs, obgleich eckelhaft für den Anblick und unangenehm für Geruch und Geschmack höchst bedeutsam. Durch sie werden verwickelte Zusammensetzungen in einfachere verwandelt, und da geben dann die organischen Körper der Materiennatur wieder zurück, was sie ihnen gleichsam nur gelichen hat, damit sie es in neue Verbindungen setze, neue Erzeugungen hervor bringe, und so den Kreislauf der Mischungen und Zer-

setzungen stets unterhalte. Der feste Rückstand der Fäulnifs ist die animalische und die vegetabilische Erde (Dammerde, humus), welche durch langsame gänzliche Zersetzung (durch „Verwesung“) Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff geben, woraus die Vegetation das Material nimmt, um Pflanzen zu bilden und zu ernähren. Der Rückstand der Fäulnifs dient daher zur Düngung des Bodens, während dafs auch die Luft die aufgenommenen Grundtheile der faulenden Dinge den Blättern der Gewächse als Nahrungsmittel aneignen, u. s. w. Nämlich „die Natur wirkt hier zerstörend, um von Neuem productiv zu werden.“

*) Bei der Verwesung entsteht durch Verbindung des Stickstoffs mit dem Sauerstoff (aus der Luft und der Erde) Salpetersäure, welche als Mauersalpeter oder erdigter Salpeter ausschlägt.

**) Mit der Gährung ist der Umfang der physischen Chemie eigentlich beschlossen. Nur kann noch die berüchtigte Frage von den chemischen Elementen, ihrer Bestimmung und Zahl berührt werden.

Von den chemischen Elementen.

309.

Schon in den ältesten Zeiten hatten diejenigen, welche sich mit Auflösung und Zersetzung der materiellen Dinge beschäftigten, die Absicht, die einfachsten Stoffe (Grundstoffe), aus denen die Zusammen-

setzungen entstanden sind, zu entdecken. Aristoteles hat deren vier namhaft gemacht, die Luft, das Feuer, das Wasser und die Erde, welche noch in unsern Tagen die peripatetischen Elemente genennt werden.

Nachdem die Chemie mehr zu blühen anfieng, wurden von verschiedenen berühmten Männern verschiedene Stoffe als die Grundstoffe der Dinge bestimmt, und ihre Zahl bald gröfser, bald kleiner angesetzt.

Da man in unsern Tagen Grundstoffe nennt, was für unsere Kunst unzerlegbar ist, so mufsten die einfachen Stoffe zu einer grofsen Menge anwachsen.

Sind uns aber chemische Elemente nur „jene Stoffe, welche für uns unzerleglich und dann auch die Bestandtheile (Grundtheile) aller materiellen Dinge sind:" so spricht
die Theorie
und das Experiment
für zwei chemische Elemente, weil wir nur zwei Stoffe kennen, welche den Charakter chemischer Elemente tragen,
Wasserstoff
und Sauerstoff.

310.

Alle materiellen Dinge sind nämlich Erscheinungen der räumlich wirkenden Kräfte, welche Gegensätze bilden und durch die Synthese in Einheit verbunden, ein materielles Sein darstellen (13.). Die Verschiedenheit aber der materiellen Dinge beruht auf dem Vorherrschen einer Kraft über die andere (8.): es können daher nur zwei ganz einfache Dinge (zwei Grundstoffe) sein,

eines, welches die Erscheinung der räumlichen Synthese mit vorherrschender Expansion, und eines, welches die Erscheinung der räumlichen Synthese mit vorherrschender Contraction ist.

Da auch zwei Stoffe unendlich verschiedene Verhältnifsmischungen eingehen können: so ist klar, dafs die zwei Stoffe Bestandtheile aller materiellen Dinge werden, und sonach sich als chemische Elemente in der That erweisen können.

311.

Ziehen wir nun die Erfahrung zu Rathe, so lehret sie, so weit sie jetzt reicht: es seien Wasserstoff und Sauerstoff unzerlegt; denn unsere Zersetzungskunst kann ihnen nichts anhaben. Alsdann zeigt sich Wasserstoff wirklich als die einfachste räumliche Erscheinung der dynamischen Synthese mit vorherrschender Expansion, und Sauerstoff als die einfachste räumliche Erscheinung der dynamischen Dreieinheit mit vorwaltender Contraction. Der Wasserstoff strebt sich durch seine Leichtigkeit durchweg der Cohärenz und der Schwere zu entziehen (sich zu expandiren), während der Sauerstoff der Cohärenz unterliegend, sich an andere Dinge anhängt und ihr Gewicht vermehrt. Wird z. B. Wasserdampf durch eine glühende Röhre von Eisen durchgelassen: so erleidet das Wasser, wie wir wissen, eine Zersetzung, wobei der Wasserstoff in Luftform entweicht, hingegen der Sauerstoff mit dem Eisen sich in Verbindung setzt, es oxydirt und sein Gewicht vermehrt. U. s. w.

Wasserstoff und Sauerstoff sind, wie wir zeigten (261. etc.) Grundtheile des Wassers.

Entstehen nun alle starren Dinge, Mineralien, Pflanzen- und Thierstoffe aus dem Flüssigen (260.), und hat das Wasser an allen Flüssigen seinen Antheil: so erhellet, dafs

Wasserstoff und Sauerstoff, auch Bestandtheile aller Zusammensetzungen in der materiellen Natur,

sonach wirklich die zwei chemischen Elemente seien, deren eines (der Wasserstoff) den positiven, das andere (der Sauerstoff) den negativen Charakter hat, und folglich sich zu einander wirklich verhalten

wie expansive Thätigkeit $= + C$
zur contractiven $= - C$.

*) Es giebt allerdings auch luftartige Substanzen, allein diese sind eben auch nur materielle Dinge, welche die Zustände der Flüssigkeit und Dampfförmigkeit durchgegangen, und im Conflicte der dynamischen Kräfte durch den Sieg der Expansion zur Luftform gehoben worden sind.

312.

Wasserstoff und Sauerstoff können nicht nur in den verschiedensten Verhältnissen gemischt werden, und sonach die verschiedensten Producte geben, sondern sowohl der Wasserstoff als der Sauerstoff kann, jeder für sich, mit den entstandenen Producten wieder in sehr mannigfaltiges dynamisches Verhältnifs treten, sonach immer wieder andere Verbindungen anstreben, folglich in jede Mischung der Mineralien, der Pflanzen

und Thierkörper eingehen „Bestandtheile aller Dinge werden."

*) Eine Pflanze z. B. ein Weidenzweig kann in magerer Erde, wenn sie bloſs mit Regenwasser begossen wird, groſs werden und zu einem Baume erwachsen, welcher alle jene Stoffe in sich trägt, die aus einem andern Gewächse, das aus Dammerde hervorgekommen ist, ausgeschieden werden, als da sind Kohle, alkalische Erde, wesentliches Salz, Oele u. s. w. Da bei ähnlichen Versuchen die Erde (der Boden), woraus ein Baum hervor gewachsen, keinen merklichen Verlust nimmt (nach Helmont): so muſs die Vegetation wirklich Hydrogen und Oxygen, diese Grundtheile des Wassers, welches der Baum durch seine Wurzeln aus der Erde, und durch seine Blätter aus der Luft eingesogen, in den verschiedensten Verhältnissen gemischt, und aus den Mischungen die verschiedensten Producte erzeugt haben. — Es sind auch im thierischen Leibe nur Säfte, deren Hauptmasse Wasser ist, aus welchen die Animalisation die mancherlei Organe erzeugt, und die thierischen Stoffe hervor bringt, sonach den Wasserstoff und Sauerstoff zu Milchsaft, Blut, Fasern, Musceln u. s. w. verarbeitet. Woraus ersichtlich wird, daſs die organische Natur aus zwei Elementen alle Zusammensetzungen im Thier- und Pflanzenreiche zu bewirken vermöge.

**) Chemische Operationen dieser Art, welche in dem geheimen Laboratorium der organischen Natur vorgehen, lassen freilich unsere chemischen

Apparate und Kunstarbeiten unendlich weit hinter sich. Soviel ist indeſs klar: in den Lebendigen vereinigen sich das materielle und immaterielle Sein (das Leblose und Belebende) so, daſs das immaterielle Sein das materielle Sein ganz unter seine Herrschaft zieht, dasselbe organisirt, und mit Leben durchdringt. Ob nun gleich das lebendige Sein mit allen seinen Organismen noch immer Naturerscheinung ist, und mithin unter den allgemeinen Gesetzen des Naturlebens (den dynamischen Gesetzen) steht: so tritt dennoch im lebendigen Sein „das Leben" besonders hervor, und wirkt dann die Materie bezwingend nach besondern, eigenthümlichen Gesetzen, die wir „die Gesetze des organischen Lebens" nennen. — Nämlich die schaffende Allkraft, die sich in unendlichen Endlichkeiten nach gesteigerten Stufen offenbaret, ist auch die plastische und belebende Naturkraft (35.), und reicht daher nicht nur hin, in der Materienwelt Crystalle zu formen, sondern genüget auch überschwänglich zur Bildung und Belebung der Organe in den Pflanzen, in den Thierkörpern und im menschlichen Leibe (37.). Nur sind die Gesetze des Lebens in dem organischen Sein nicht leicht aufzufinden. Indeſs hat die allgemeinen Gesetze des organischen Seins die Physik, die besondern die Physiologie zu erforschen (Physik als Wissenschaft oder allgem. Dynamik der Natur 106. u. s. w.).

Revision.

Seite 12 Zeile 22 lese man: expansive, statt expensive.

S. 20 Z. 22 setze man nach „ein Fuſs" 12 Zolle, und der Zoll.

S. 21 Z. 9. l. m. Eine statt Ein.

S. 22 Z. 2 l. m. mit verschiedenen Festen (Körpern).

S. 26 lese man zur Note der Num. 31. „das durch die Hitze in Dampf gelöste Wasser zersplittert die Crystalle."

S. 35 Z. 23. Das Wort Membranen ist versetzt, und in der vorhergehenden Zeile nach „Saiten" zu lesen.

S. 42 Z. 32 l. m. im zweiten Falle statt im ersten, und S. 43 Z. 1 im ersten statt im zweiten.

S. 53 Z. 9, 10 und 11 zu lesen: auch können Flüssige den Flächen der Flüssigen und Starre den Flächen der Starren adhäriren.

S. 88 Z. 22 l. m. als die Achse.

S. 89 Z. 2 l. m. die Schwere statt diese Schwere.

S. 93 Z. 23 l. m. $Ab^2 : Ae^2$ statt Ab^2 Ac^2.

S. 102 Z. 23 l. m. dreifache Leben statt dreifachen Lebens.

S. 103 Z. 15 l. m. duritie statt duritiae, und Z. 18 propius statt proprius.

S. 110. Zu den gewagten Hypothesen von der Ursache magnetischer Erscheinungen kann gerechnet werden die des Prof. Steinhaeuser in Halle von der Minerva, die als unterirdischer Planet sich in einer Entfernung von 1/5 Halbmesser der Erde innerhalb 440 Jahren einmal um den Mittelpunct der Erde herum bewegt.

S. 111 Z. 21 l. m. des Magnetismus statt den.

S. 115 Z. 28 l. m. ihrer Füſse statt ihre Füſse.

S. 117 Z 21 l. m. Parallelopipedum.

S. 119 Z. 9 l. den Nordpol statt der Nordpol.

S. 151 Z. 2 l. m. Terellen statt Tarellen.

S. 154 Z. 13 14 l. m. eine Totalität bilden, die getrennt.

S. 167 Z 17 ist nach berühren das „über" wegzudenken.

S. 168 Z. 21 l. m. symperiolektrisch.

S. 190 Z. 1 l. m. + E und — E statt + M und — M.

S. 191 Z. 4. l. m. Poiotetophantes.

S. 197 füge man hinzu: daraus, daſs die erwärmten Crystalle elektrisch gefunden werden, folgt nicht: daſs die Elektricität zu ihrer Entstehung beitrage. Die elektrische Flächenkraft, die sich bei erwärmten Crystallen äuſsert, ist Folge nicht Ursache der Crystalle.

S. 251 ist Z. 6-9 zu lesen, wo das Schieſsen noch als Vorurtheil in den Köpfen gemeiner Leute und als Meinung in gelehrten Schriften der Naturforscher gestanden.

S. 257 Z. 1. l. m. der Glaswalze statt die Glaswalze.

S. 268 Z. 34 l. m. der reelle Unterschied rein und chemisch elektrischer Erscheinungen.

S. 274 Z. 27 l. m. östlich statt südlich.

S. 275 Z. 12 l. m. Einwirkung statt Einrichtung.

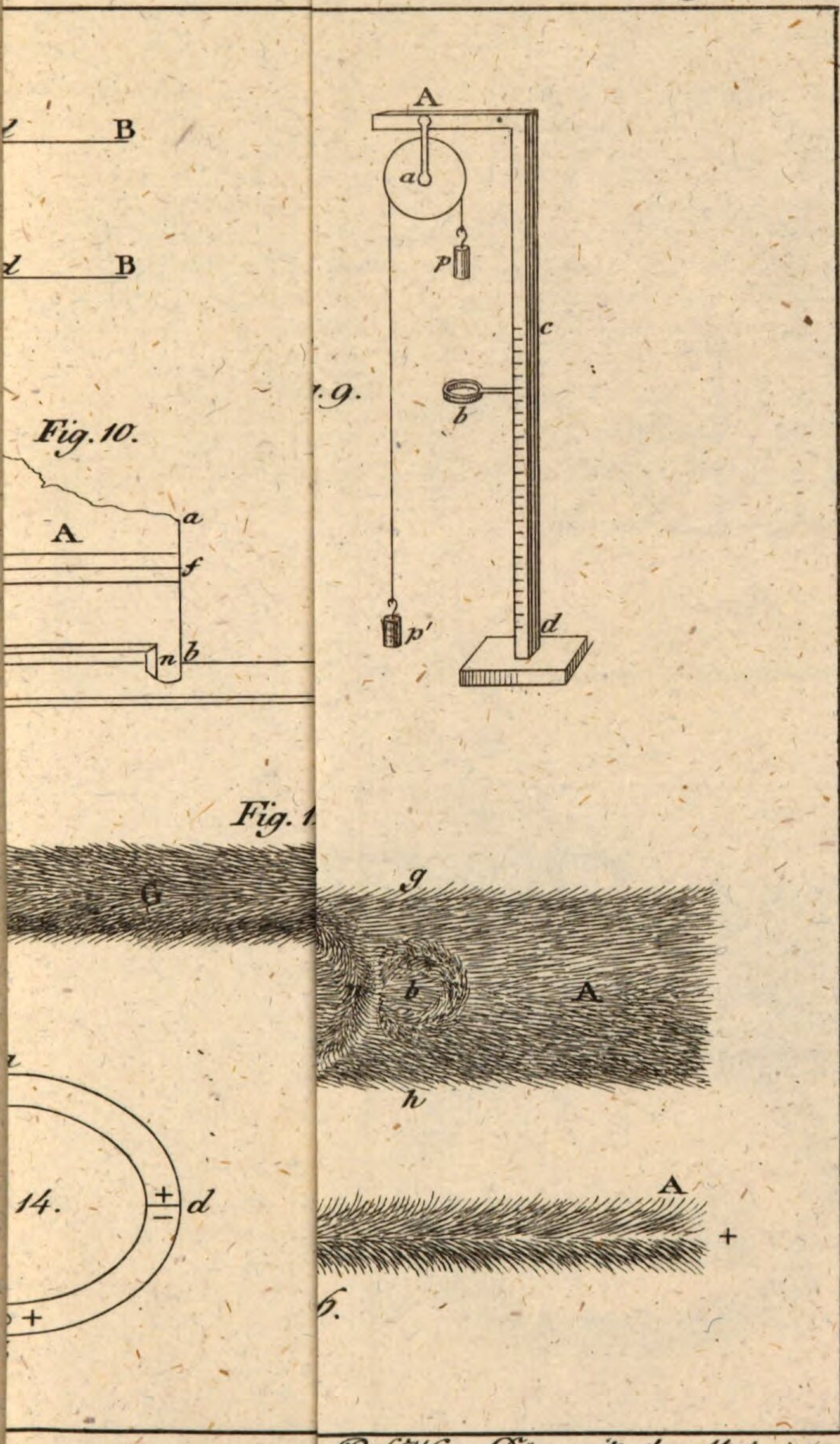
S. 300 Z. 13 l. m. (gläserne oder kupferne) statt (glaserne).

S. 317 Z. 30. l. m. durchsichtig statt undurchsichtig.

S. 320 Z. 26 l. m. daſs sie ihre statt daſs es seine.

S. 325 Z. 5 l. m. Summe statt Saume.

Tafel I.



Prof. Weber Dÿnamik der Materie.

Revision.

Seite 12 Zeile 22 lese man: expansive, statt expensive.

S. 20 Z. 22 setze man nach „ein Fuſs" 12 Zolle, und der Zoll.

S. 21 Z. 9. l. m. Eine statt Ein.

S. 22 Z. 2 l. m. mit verschiedenen Festen (Körpern).

S. 26 lese man zur Note der Num. 31. „das durch die Hitze in Dampf gelöste Wasser zersplittert die Crystalle."

S. 35 Z. 23. Das Wort Membranen ist versetzt, und in der vorhergehenden Zeile nach „Saiten" zu lesen.

S. 42 Z. 32 l. m. im zweiten Falle statt im ersten, und S. 43 Z. 1 im ersten statt im zweiten.

S. 53 Z. 9, 10 und 11 zu lesen: auch können Flüssige den Flächen der Flüssigen und Starre den Flächen der Starren adhäriren.

S. 88 Z. 22 l. m. als die Achse.

S. 89 Z. 2 l. m. die Schwere statt diese Schwere.

S. 93 Z. 23 l. m. $Ab^2 : Ac^2$ statt $Ab^2\ Ac^2$.

S. 102 Z. 23 l. m. dreifache Leben statt dreifachen Lebens.

S. 103 Z. 15 l. m. duritie statt duritiae, und Z. 18 propius statt proprius.

S. 110. Zu den gewagten Hypothesen von der Ursache magnetischer Erscheinungen kann gerechnet werden die des Prof. Steinhaeuser in Halle von der Minerva, die als unterirdischer Planet sich in einer Entfernung von 1/5 Halbmesser der Erde innerhalb 440 Jahren einmal um den Mittelpunct der Erde herum bewegt.

S. 113 Z. 21 l. m. des Magnetismus statt den.

S. 115 Z. 28 l. m. ihrer Füſse statt ihre Füſse.

S. 117 Z. 21 l. m. Parallelopipedum.

S. 119 Z. 9 l. den Nordpol statt der Nordpol.

S. 151 Z. 2 l. m. Terellen statt Tarellen.

S. 154 Z. 13 14 l. m. eine Totalität bilden, die getrennt.

S. 167 Z. 17 ist nach berühren das „über" wegzudenken.

S. 168 Z. 21 l. m. symperiolektrisch.

S. 190 Z. 1 l. m. + E und — E statt + M und — M.

S. 191 Z. 4. l. m. Poiotetophantes.

S. 197 füge man hinzu: daraus, daſs die erwärmten Crystalle elektrisch gefunden werden, folgt nicht: daſs die Elektricität zu ihrer Entstehung beitrage. Die elektrische Flächenkraft, die sich bei erwärmten Crystallen äuſsert, ist Folge nicht Ursache der Crystalle.

S. 251 ist Z. 6-9 zu lesen, wo das Schieſsen noch als Vorurtheil in den Köpfen gemeiner Leute und als Meinung in gelehrten Schriften der Naturforscher gestanden.

S. 257 Z. 1. l. m. der Glaswalze statt die Glaswalze.

S. 268 Z. 34 l. m. der reelle Unterschied rein und chemisch elektrischer Erscheinungen.

S. 274 Z. 27 l. m. östlich statt südlich.

S. 275 Z. 12 l. m. Einwirkung statt Einrichtung.

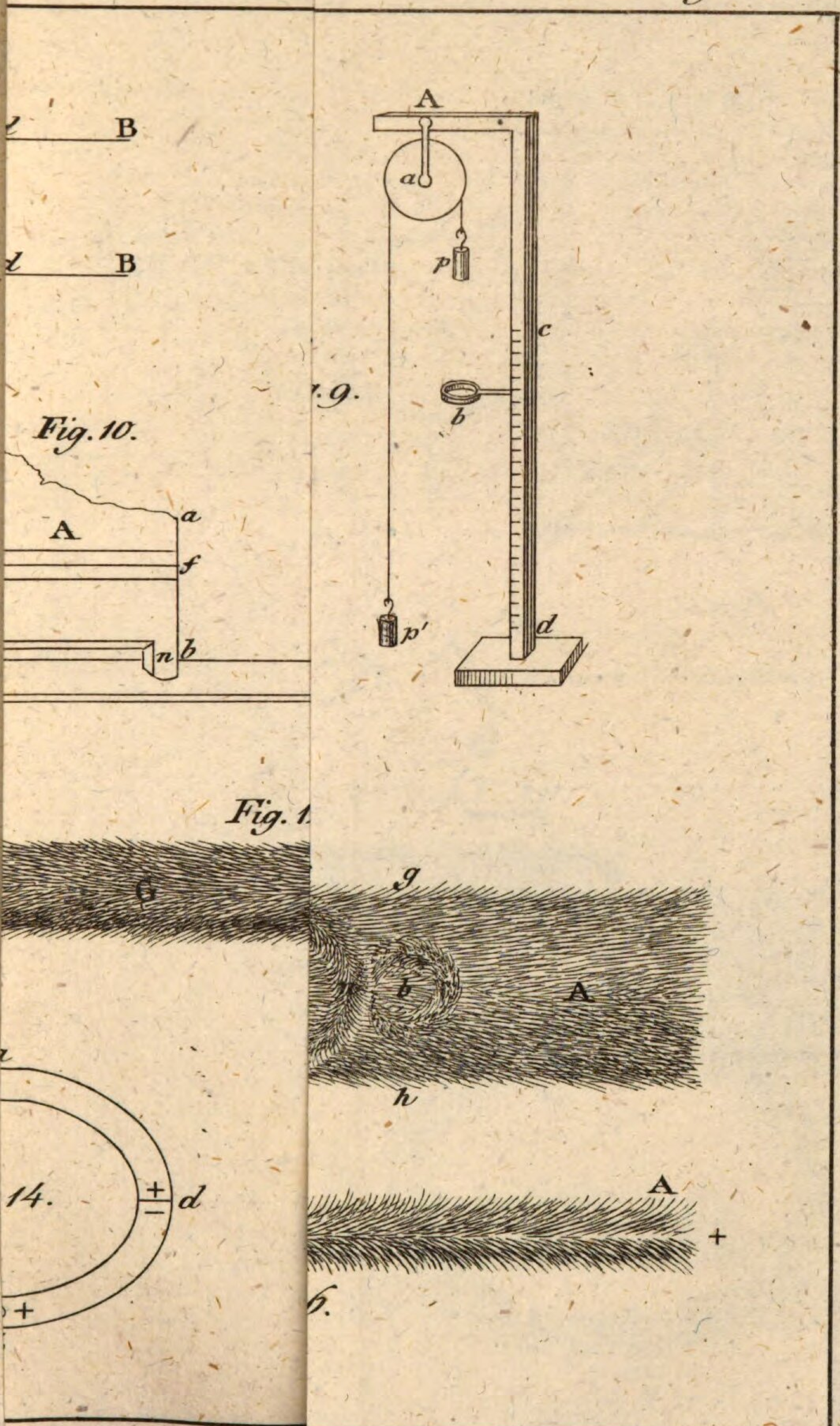
S. 300 Z. 13 l. m. (gläserne oder kupferne) statt (glaserne).

S. 317 Z. 30. l. m. durchsichtig statt undurchsichtig.

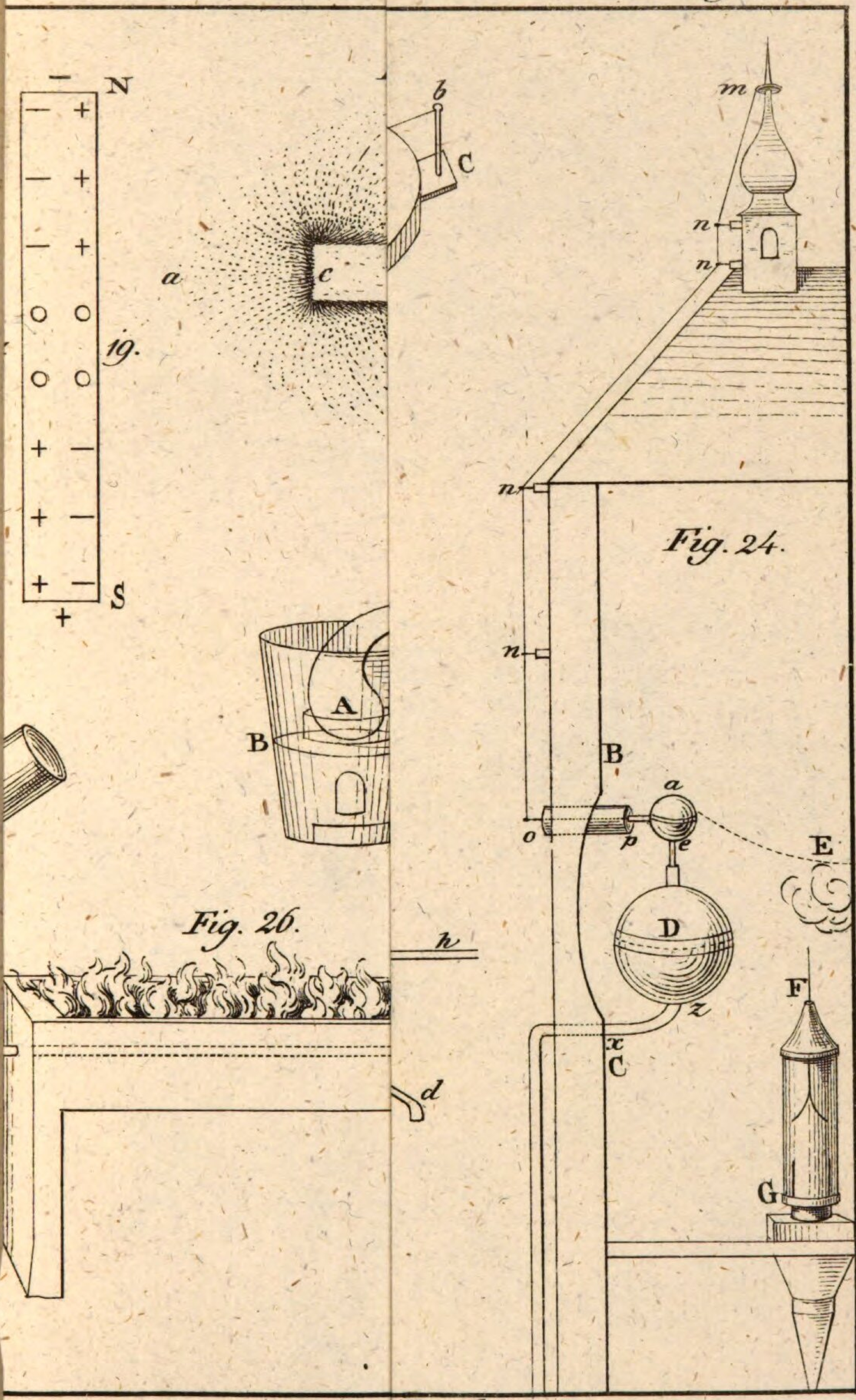
S. 320 Z. 26 l. m. daſs sie ihre statt daſs es seine.

S. 325 Z. 5 l. m. Summe statt Saume.

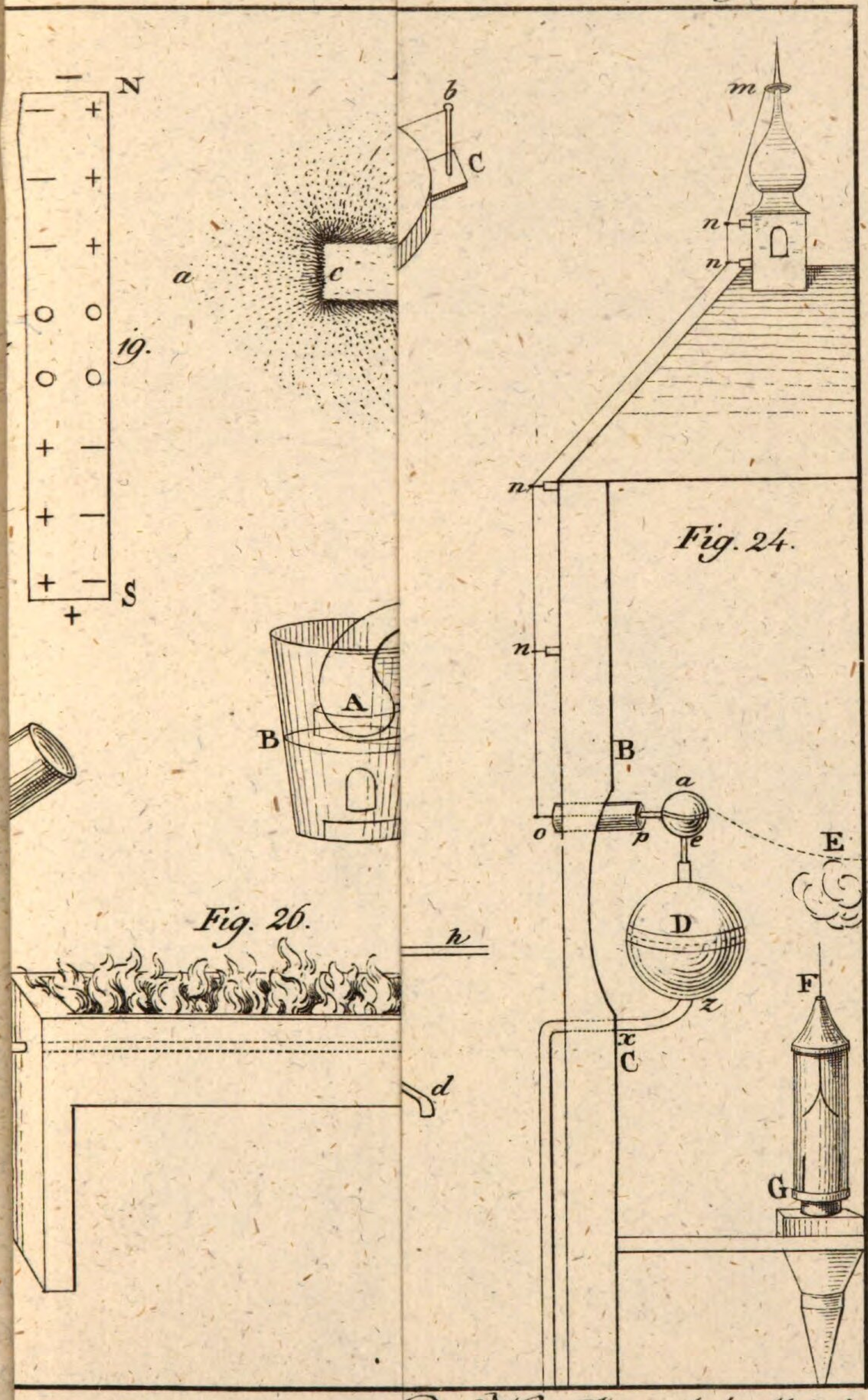
Tafel I.



Prof. Weber Dynamik der Materie.


N
S
19.
a
b
c
C
A
B
Fig. 26.
h
d
m
n
o
p
e
E
D
z
x
F
G
Fig. 24.

Tafel II.



Prof. Weber Dynamik der Materie.

fehlt der B. ...

Michael Fuchs.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Weber, Joseph von,

Wissenschaft der materiellen Natur oder Dynamik der Materie

München ; Leipzig 1821

Phys.g. 510 d
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10132148-8